



جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
والتعليم الفني
الإدارة المركزية لشئون الكتب

الكيمياء

كتاب الطالب

الصف الأول الثانوى



بنك المعرفة المصري
Egyptian Knowledge Bank

٢٠٢٠ - ٢٠١٩

غير مصرح بتداول هذا الكتاب خارج وزارة التربية والتعليم والتعليم الفني

إعداد

أ. سامح وليم صادق د. محمد أحمد أبو ليله

أ. عصام محمد سيد د. نوال محمد شلبي

مراجعة : د. هاني محمد حسنين

لجنة التعديل والتطوير

أ.د. محمد سمير عبد المعز أ. إلهام أحمد إبراهيم

أ. نعيم نعيم شيخه

مستشار العلوم

أ. يسرى فؤاد سويرس

مقدمة الكتاب

أبناءنا وبناتنا طلاب الصف الأول الثانوى ، شهدت الأعوام الأخيرة طفرات هائلة ومستحدثات تكنولوجية فى شتى مجالات الحياة ، وكان على المنظومة التعليمية بجمهورية مصر العربية أن تواكب هذه المستحدثات متأثرة بهذا التطور الهائل.

لذلك حرصت وزارة التربية والتعليم على تطوير المناهج على اعتبار أن المنهج كائن يلزمه التجديد والتحديث ليتوافق مع متغيرات العصر وذلك بهدف إعداد جيل قادر على مواكبة هذه المستحدثات ، بل تكون له القدرة على استخدامها فى ابتكار ما هو أحدث.

وقد راعينا فى إعداد هذا الكتاب تغيير دور المتعلم لنخرج به من حيز المتلقى إلى مجال المتفاعل النشط من خلال قيامه بالبحث والاستقصاء والمقارنة والاستنباط واكتساب المهارات وغرس حب المعرفة حتى يصبح فرداً فعالاً فى المجتمع ؛ وذلك لتحقيق الاكتفاء الذاتى لوطنه اقتصادياً وثقافياً واجتماعياً ، وذلك من خلال التنوع فى الأنشطة والمهارات بهدف إعداد جيل متنوع من الطلاب يخدم الوطن فى كافة المجالات .

ويتضمن الكتاب أنشطة فردية وجماعية ، معملية وتطبيقية لتحقيق أهداف المنهج. وينتهى كل فصل بأنشطة تقويمية حتى يقف الطالب على ما تحقق من أهداف وما يجب القيام به من أعمال لتحقيق ما لم يتم تحقيقه ، وقد راعينا فى إعداد هذا الكتاب التسلسل المنطقى لأبواب المنهج ، وكذلك التدرج فى مستوى هذه الأنشطة مراعاة للفروق الفردية والحاجات والميول المختلفة.

وقد تم عرض هذا المنهج فى شكل نسيج متكامل ومتربط فى ستة أبواب تبدأ بعلم الكيمياء وطبيعته وعلاقته بالعلوم الأخرى ، وخاصة الحديث منها مثل : علم النانو تكنولوجى ، ثم توالى أبواب المنهج مروراً بالكيمياء الكمية ثم المحاليل والأحماض والقواعد ، يليها الكيمياء الحرارية ، ثم الكيمياء النووية.

وقد تم تزويد الكتاب بروابط على بنك المعرفة المصرى

www.ekb.eg

منها ما هو فى سياق الموضوعات ، ومنها ما هو إثرائى لتعميق المعرفة والفهم تشجيعاً لكم على المزيد من البحث والاطلاع.

ونحن إذ نقدم هذا الكتاب لكم نتمنى أن يحقق ما تصبو إليه رغباتكم ويشبع ميولكم ويلبى احتياجاتكم ، متمنين أن يتحقق لمصرنا الغالية الرخاء والإزدهار.

والله ولى التوفيق ،

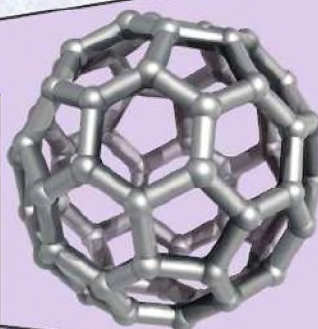
المعدون

محتويات الكتاب

الباب الأول:

الكيمياء مركز العلوم

الكيمياء والقياس	٤
النانوتكنولوجي والكيمياء	١٢
أنشطة وأسئلة تقويمية	٢٠
أسئلة مراجعة	٢٩



الباب الثاني:

الكيمياء الكمية

المول والمعادلة الكيميائية	٣٤
حساب الصيغة الكيميائية	٤٣
أنشطة وأسئلة تقويمية	٥٠
أسئلة مراجعة	٦١



الباب الثالث:

المحاليل - الأحماض والقواعد

المحاليل والغرويات	٦٦
الأحماض والقواعد	٧٨
أنشطة وأسئلة تقويمية	٩٢
أسئلة مراجعة	١٠٤



الباب الرابع : الكيمياء الحرارية

- ١٠٨.....المحتوى الحرارى
- ١١٨.....صور التغير فى المحتوى الحرارى
- ١٢٦.....أنشطة وأسئلة تقويمية
- ١٣٢.....أسئلة مراجعة



الباب الخامس : الكيمياء النووية

- ١٣٦.....نواة الذرة والجسيمات الأولية
- ١٤٥.....النشاط الإشعاعى والتفاعلات النووية
- ١٥٦.....أنشطة وأسئلة تقويمية
- ١٦٤.....أسئلة مراجعة



الأهداف العامة للباب الأول :

في نهاية هذا الباب يصبح الطالب قادرًا على أن :

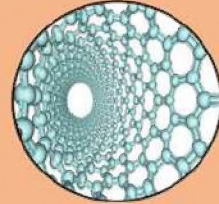
- يتعرف ماهية الكيمياء.
- يشرح العلاقة بين الكيمياء وباقي فروع العلم.
- يتعرف طبيعة القياس وأهميته.
- يتعرف الأدوات والأجهزة المستخدمة في معامل الكيمياء.
- يستخدم الأدوات العملية الملائمة للمنهج بدقة وكفاءة.
- يتعرف مفهوم تكنولوجيا النانو.
- يتعرف مفهوم كيمياء النانو.
- يحدد بعض تطبيقات كيمياء النانوتكنولوجي.
- يستنتج أن للنانوتكنولوجي تأثيرات مفيدة وأخرى ضارة.

الباب الأول

فصول الباب الأول :



١ الكيمياء والقياس



٢ النانوتكنولوجي والكيمياء

القضايا المتضمنة : العلم والتكنولوجيا والمجتمع

تأمل الحياة من حولك لتكتشف أن الكيمياء تدخل في كل شئ فيها؛ الطعام الذى تتناوله ، الملابس التى ترتديها ، الأدوية التى يصفها لك الطبيب ، الأدوات والأجهزة التى تستخدمها ، حتى فى تركيب أجسامنا وكيفية عملها. ليس ذلك فقط بل أن الكثير من العلوم التى نعرفها تعتمد فى تفسير ظواهرها على الكيمياء. فى هذه الوحدة نتعرف على مجال عمل الكيمياء والعمليات التى يتبعها الكيميائيون ، وتتعرف على دور الكيمياء فى حياتنا وعلاقتها بالعلوم الأخرى. ولأن الكيمياء مجال يعتمد على التجريب ، فإن هذه الوحدة تزودك بمعرفة عن الأدوات والأجهزة التى تستخدمها فى القياس والتجريب ، وكيف تستخدمها بكفاءة. وإذا كان العصر القادم هو عصر المواد متناهية الصغر ذات الخواص الفائقة ، أى عصر النانوتكنولوجيا فإننا يمكن أن نعتبره عصر الكيمياء ، لأنها المسؤولة عن بناء واكتشاف هذا النوع من المواد.

الكيمياء مركز العلوم

Chemistry is The Central Science

المصطلحات الأساسية :

Physical Sciences	العلوم الطبيعية
Biochemistry	الكيمياء الحيوية
Physical chemistry	الكيمياء الفيزيائية
Measurement	القياس
Measurement unit	وحدة القياس
Nanotechnology	النانوتكنولوجيا
Nano	النانو
Nanochemistry	كيمياء النانو
Measurement Instruments	أجهزة القياس





الفصل الأول: الكيمياء والقياس

Chemistry and Measurement

علم الكيمياء

يعيش الإنسان حياته باحثاً في الكون من حوله ، في محاولة دائمة ودائبة لفهم ظواهر هذا الكون وتفسيرها ، بل والتحكم فيها أيضاً. هذه المجهودات التي يبذلها الإنسان أثمرت وستظل تثمر عن حقائق ومفاهيم ومبادئ وقوانين ونظريات ، يضمها نسق أو بناء هو العلم.

العلم Science : بناء منظم من المعرفة يتضمن الحقائق والمفاهيم والمبادئ والقوانين والنظريات العلمية ، وطريقة منظمة في البحث والتقصي.

ويختلف مجال العلم باختلاف الظواهر موضع الدراسة ، والأدوات المستخدمة والطرق المتبعة في البحث ، ومن هذه العلوم علم الكيمياء.

علم الكيمياء Chemistry : هو العلم الذي يهتم بدراسة تركيب المادة وخواصها والتغيرات التي تطرأ عليها ، وتفاعل المواد المختلفة مع بعضها البعض والظروف الملائمة لذلك.

وعلم الكيمياء هو أحد العلوم الطبيعية Physical Science شكل (١) التي عرفها الإنسان ومارسها منذ زمن بعيد، وقد ارتبط هذا العلم منذ الحضارات القديمة بالمعادن والتعدين وصناعة الألوان والطب والدواء وبعض الصناعات الفنية كدبغ الجلود وصباغة الأقمشة وصناعة الزجاج واستخدمه المصريون القدماء في التحنيط وقد أصبح علم الكيمياء الآن له دور في جميع مجالات الحياة.

فوائد التعلم

في نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادراً على أن:

- ✶ يتعرف ماهية الكيمياء.
- ✶ يتعرف دور الكيمياء في حياتنا.
- ✶ يشرح العلاقة بين الكيمياء وباقي فروع العلم.
- ✶ يتعرف طبيعة القياس وأهميته.
- ✶ يتعرف الأدوات والأجهزة المستخدمة في معمل الكيمياء.
- ✶ يستخدم الأدوات والأجهزة بدقة وكفاءة.
- ✶ يتعرف استخدامات الأدوات الدقيقة المصغرة .



▲ شكل (١) العلوم الطبيعية



مجالات دراسة علم الكيمياء :

يهتم علم الكيمياء بدراسة التركيب الذري والجزيئي للمواد وكيفية ارتباطها ، ومعرفة الخواص الكيميائية لها ، ووصفها كمًّا وكيفًا ، كذلك التفاعلات الكيميائية التي تتحول بها المتفاعلات إلى نواتج وكيفية التحكم في ظروف التفاعل . للوصول إلى منتجات جديدة مفيدة تلبي الاحتياجات المتزايدة في المجالات المختلفة مثل الطب والزراعة والهندسة والصناعة . كما يساهم علم الكيمياء في علاج بعض المشكلات البيئية مثل تلوث الهواء والماء والتربة ، ونقص المياه ، ومصادر الطاقة ، وغير ذلك من المجالات ويمكن تقسيم علم الكيمياء إلى فروع مثل : الكيمياء الفيزيائية - الكيمياء الحيوية - الكيمياء العضوية - الكيمياء التحليلية - الكيمياء الحرارية - الكيمياء النووية - الكيمياء الكهربائية - الكيمياء البيئية وغيرها ...

الكيمياء مركز العلوم

(البحث والتقصي)

راجع شبكة المعلومات ووضح العلاقة بين الكيمياء والتطبيقات التالية :



▲ شكل (٢) العلاقة بين الكيمياء والحياة

يعتبر علم الكيمياء مركزًا لمعظم العلوم الأخرى ، كعلم الأحياء والفيزياء والطب والزراعة وغيرها من العلوم نذكر منها على سبيل المثال ما يلي :

الكيمياء والبيولوجي :

علم البيولوجي هو علم خاص بدراسة الكائنات الحية ، ويسهم علم الكيمياء في فهم التفاعلات الكيميائية التي تتم داخل الكائنات الحية ومنها تفاعلات الهضم والتنفس والبناء الضوئي وغيرها . ينتج عن التكامل بين البيولوجي والكيمياء علم الكيمياء الحيوية **Biochemistry** ويختص بدراسة التركيب الكيميائي لأجزاء الخلية في مختلف الكائنات الحية ، مثل الدهون والكربوهيدرات والبروتينات والأحماض النووية وغيرها .





الكيمياء والفيزياء :

الفيزياء هي العلم الذى يدرس كل ما يتعلق بالمادة وحركتها و الطاقة ، ومحاولة فهم الظواهر الطبيعية والقوى المؤثرة عليها ، كما تهتم بالقياس وابتكار طرق جديدة للقياس تزيد من دقتها ، وينتج عن التكامل بين الفيزياء والكيمياء علم الكيمياء الفيزيائية **Physical Chemistry** ، ويختص بدراسة خواص المواد وتركيبها والجسيمات التى تتكون منها هذه المواد مما يسهل على الفيزيائيين القيام بدراساتهم.

الكيمياء والطب والصيدلة :

الأدوية التى يستخدمها المرضى ويصفها الأطباء ما هى إلا مواد كيميائية لها خواص علاجية ، يقوم الكيميائيون بإعدادها فى معاملهم ، أو مواد مستخلصة من مصادر طبيعية. وتفسر لنا الكيمياء طبيعة عمل الهرمونات والإنزيمات فى جسم الإنسان. وكيف يستخدم الدواء فى علاج الخلل فى عمل أى منها.

الكيمياء والزراعة :

يسهم علم الكيمياء فى اختيار التربة المناسبة لزراعة محصول ما وذلك عن طريق التحليل الكيميائى الذى يحدد نسب مكوناتها ومدى كفاية هذه المكونات لاحتياجات هذه النباتات وكذلك تحديد السماد المناسب لهذه التربة لزيادة إنتاجيتها من المحاصيل ، كما تسهم فى إنتاج المبيدات الحشرية الملائمة للآفات الزراعية.

الكيمياء والمستقبل :

عن طريق كيمياء النانو يتم اكتشاف وبناء مواد لها خصائص فائقة (غير عادية) وقد ساهمت كيمياء النانوتكنولوجى، فى تصنيع بعض المواد التى يتم عن طريقها تطوير مجالات عديدة منها الهندسة والاتصالات والطب والبيئة و المواصلات وتلبى العديد من الاحتياجات البشرية

القياس فى الكيمياء Measurement in Chemistry

طبيعة القياس :

إن التطور العلمى والصناعى والتكنولوجى والاقتصادى الذى نعيشه فى العصر الحديث هو نتاج الاستعمال الصحيح والدقيق لمبادئ القياسات .

القياس Measurement : هو مقارنة كمية مجهولة بكمية أخرى من نوعها لمعرفة عدد مرات احتواء الأولى على الثانية.



الكيمياء والقياس

وتتضمن عملية القياس نقطتين أساسيتين هما :

وحدة القياس	القيمة العددية
kg	5
m	10
sec	100

❖ القيمة العددية : التي من خلالها نصف البعد أو الخاصية المقاسة.

❖ وحدة قياس مناسبة : متفق عليها في إطار نظام وحدات القياس الدولية المتعارف عليها. وهي مقدار محدد من كمية فيزيائية معينة ، تستخدم كمعيار لقياس مقدار فعلى لهذه الكمية.

ملاحظة إضافية

يعتبر العالم الفرنسي أنطوان لافوازييه هو المسئول عن جعل الكيمياء علماً كميّاً دقيقاً ، حيث أن تجاربه كانت من النوع الكمي بالدرجة الأولى ، فهو أول من قام بتحديد تركيب حامض النيتريك والكبريتيك ، وصاغ قانون بقاء الكتلة. وقد أعطت أعمال لافوازييه دفعة قوية في تطوير أدوات وأجهزة القياس في الكيمياء.



أهمية القياس في الكيمياء :

أصبحت أساليب التحليل والقياس في الكيمياء في الوقت الحالي أكثر تطوراً من حيث الدقة والتنوع ، وأصبح الإنسان يعتمد عليها في مختلف مجالات الحياة من بيئة وتغذية وصحة وزراعة وصناعة وغير ذلك ، وذلك من أجل توفير المعلومات اللازمة والمعطيات الكمية لكي يتمكن من استخدام الإجراءات اللازمة والتدابير المناسبة.

١. القياس ضروري من أجل التعرف على نوع وتركيز العناصر المكونة للمواد التي نستخدمها ونتعامل معها



بطاقة البيانات التالية توضح مكونات زجاجتين من المياه المعدنية مقدرة بوحدة mg / L.

المكونات	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	(HCO ₃) ⁻	(SO ₄) ²⁻
الزجاجة (أ)	25.5	2.8	8.7	12	14.2	103.7	41.7
الزجاجة (ب)	120	8	40	70	220	335	20

اقرأ البيانات جيداً ، ثم اجب عن الأسئلة التالية :

- ❖ إذا علمت أن مستهلك يتبع نظاماً غذائياً قليل الملح - أي زجاجة يختارها ؟
- ❖ استهلك شخص خلال يوم 1.5 لتر ماء من الزجاجة (ب) ، احسب كتلة الكالسيوم التي يحصل عليها من الماء خلال اليوم.
- ❖ ما أهمية بطاقة البيانات بالنسبة للمستهلك ؟ لماذا نحتاج إلى القياس في حياتنا ؟





٢. القياس ضروري من أجل المراقبة والحماية الصحية

يحدد الجدول التالي المعايير العالمية للحكم على صلاحية المياه للشرب ، استخدم البيانات الواردة في الجدول للحكم على جودة الماء في الزجاجة (أ) و (ب) السابق عرض بيانتهما في بطاقة البيانات اعلاه :

المكونات	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	(SO ₄) ²⁻
الكمية (mg/L)	أقل من 150	أقل من 12	أقل من 50	أقل من 300	200 - 250	أقل من 250

تتطلب سلامة البيئة وحمايتها مراقبة ماء الشرب والهواء الذي نتنفسه والمواد الغذائية والزراعية وهذا يتطلب قياسات عديدة ومتنوعة.

٣. القياس ضروري لتقدير موقف ما ، واقتراح علاج في حالة وجود خلل

للتقدير
معايير القياس

تمثل الوثيقة التي أمامك نتائج تحليلات بيولوجية طبية خضع لها شخص ما صباحاً قبل الإفطار ، وضح :

❖ ماذا تعني القيمة المرجعية ؟

❖ ماذا تستنتج من قيم نتائج تحليل كل من السكر (Glucose)

وحمض البوليك (Uric acid) في دم هذا الرجل ؟

❖ ما القرارات التي يجب على هذا الرجل أن يتخذها

في ضوء استنتاجك الذي توصلت إليه ؟

وثيقة تحاليل طبية

نوع التحليل	قيمة التحليل (mg/dL)	القيمة المرجعية (mg/dL)
Glucose	70	70 - 110
Uric acid	9.2	3.6 - 8.3



في التحاليل الطبية تمكنا القياسات التي نحصل عليها من اتخاذ القرارات اللازمة لإصلاح أوجه الخلل.

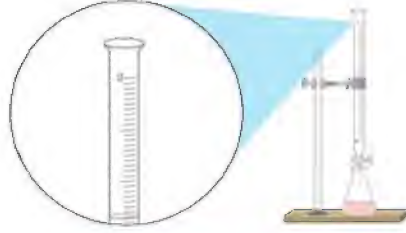
أدوات القياس في معمل الكيمياء Measurement tools in chemical lab

يتم إجراء التجارب الكيميائية في مكان ذي مواصفات وشروط معينة ، يسمى المختبر أو معمل الكيمياء ، يتطلب معمل الكيمياء توفير احتياطات الأمان المناسبة ، ووجود مصدر للحرارة كموقد بزن ، ومصدر للماء وأماكن لحفظ المواد الكيميائية والأدوات والأجهزة المختلفة. ومن الضروري معرفة الطريقة الصحيحة لاستخدام كل منها وطريقة حفظها. وفيما يلي عرض تفصيلي لبعض الأجهزة والأدوات التي تستخدم في معمل الكيمياء والغرض من استخدامها :



الميزان الحساس The Sensitive Balance

يستخدم لقياس كتل المواد. وتختلف الموازين في تصميمها وأشكالها، والموازين الرقمية هي الأكثر شيوعاً **Digital Balances**، وأكثر أنواعها استخداماً الميزان ذو الكفة الفوقية **Top loading balance** شكل (٣) وفي الغالب تُنَبِّت التعليمات الخاصة باستخدام الميزان في أحد جوانبه، ويجب قبل استخدام الموازين قراءة هذه التعليمات بعناية.



▲ شكل (٤) السحاحة مثبتة على حامل



▲ شكل (٣) الميزان ذو الكفة الفوقية

السحاحة Burette :

أنبوبة زجاجية طويلة ذات فتحتين، إحداها لملء السحاحة بالمحلول والأخرى مثبت عليها صمام للتحكم بكمية المحلول المأخوذ منها، ويتم تثبيت السحاحة إلى حامل ذي قاعدة معدنية خاصة حتى يتم الحفاظ على الشكل العمودي المطلوب لها خلال التجارب. تستخدم السحاحة عادة في التجارب التي تتطلب نسبة عالية من الدقة في القياس مثل تعيين أحجام السوائل أثناء المعايرة وفي السحاحة يكون صفر التدريج قريباً من الفتحة العلوية وينتهي قبل الصمام.

الكؤوس الزجاجية Beakers :

أوان زجاجية شفافة مصنوعة من زجاج البيركس المقاوم للحرارة تُستخدم في خلط السوائل والمحاليل، حيث يوجد منها أنواع مدرجة وذات سعة محددة كما تستخدم في نقل حجم معلوم من السائل من مكان لآخر.



▲ شكل (٦) الطريقة الصحيحة في تقدير حجم سائل



▲ شكل (٥) كؤوس زجاجية ذات أحجام مختلفة



المخبار المدرج : Graduated Cylinder

يصنع من الزجاج أو البلاستيك ، ويستخدم لقياس حجوم السوائل حيث أنه أكثر دقة من الدوارق ، ويوجد منه سعات مختلفة .



▲ شكل (٨) مخبر مدرج سعة 100 ml



▲ شكل (٧) مخابير مدرجة ذات سعات مختلفة

الأسئلة

كيف تستخدم المخبر المدرج في تحديد حجم جسم صلب لا يذوب ؟



الدوارق Flasks :

أحد أنواع الأدوات الزجاجية في معمل الكيمياء ، ويوجد منها أنواع مختلفة حسب الغرض من استخدامها ومنها :

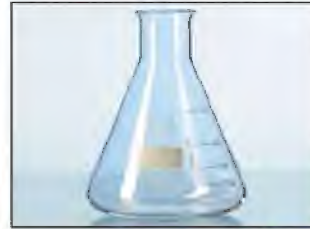
- ✳ الدورق المخروطي **Conical Flask** : يصنع من زجاج البيركس وتختلف أنواعه باختلاف سعة الدورق ، ويستخدم في عملية المعايرة .
- ✳ الدوارق المستديرة **Round - Bottom Flasks** : غالبًا ما تصنع من مادة زجاج البيركس وتختلف أنواعه باختلاف سعة الدورق ، تستخدم في عمليات التحضير والتقطير .
- ✳ دورق عياري **Volumetric Flask** : يصنع من زجاج البيركس ويحتوي في أعلاه على علامة تحدد السعة الحجمية للدورق ، ويستخدم في تحضير المحاليل القياسية (معلومة التركيز) بدقة .



▲ شكل (١١) دورق عياري



▲ شكل (١٠) دورق مستدير



▲ شكل (٩) دورق مخروطي

**الماصة Pipette :**

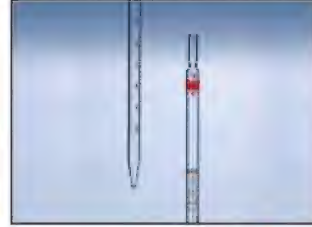
أنبوبة زجاجية طويلة مفتوحة من الطرفين ، وبها علامة عند أعلاها تحدد مقدار سعتها الحجمية ومدون عليها نسبة الخطأ في القياس ، وتستخدم لقياس ونقل حجم معين من محلول ، وتملأ بالمحلول بشفطه بأداة شفط وخاصة في حالة المواد شديدة الخطورة والأكثر استخداماً في المعامل هي الماصة ذات الانتفاخين.



▲ شكل (١٤) ماصة ذات انتفاخين



▲ شكل (١٣) ماصة بأداة شفط



▲ شكل (١٢) ماصة مدرجة

أدوات قياس الأس الهيدروجيني (pH) :

▲ شكل (١٥) أجهزة قياس الأس الهيدروجيني



▲ شكل (١٦) حقيبة أدوات معمل مصغرة

الأس أو الرقم الهيدروجيني هو القياس الذي يحدد تركيز أيونات الهيدروجين H^+ في المحلول ، لتحديد ما إذا كان حمضاً أو قاعدة أو متعادلاً وهذا القياس على درجة كبيرة من الأهمية في التفاعلات الكيميائية والتفاعلات البيوكيميائية ، ويوجد منه أشكال متعددة منها الشرائط الورقية والأجهزة الرقمية بأشكالها المختلفة. فعند استخدام الشريط الورقي يغمر في المحلول المراد قياس الرقم الهيدروجيني له فيتغير لون الشريط إلى درجة معينة ثم تحدد قيمة pH من خلال تدريج يبدأ من 0 إلى 14 تبعاً لدرجة اللون ، أما الجهاز الرقمي فهو أكثر دقة ، حيث يغمر قطب موصل بالجهاز في المحلول فتظهر قيمة pH مباشرة على الشاشة الرقمية للجهاز فإذا كانت قيمة pH > 7 يكون المحلول حمضياً وإذا كانت قيمة pH < 7 يكون المحلول قاعدي أما إذا كانت قيمة pH $= 7$ يكون المحلول متعادلاً .

بالاستعانة بالشبكة الدولية للمعلومات (الإنترنت) اكتب تقريراً

عن الأدوات المعملية المصغرة Microscale

الفصل الثاني: النانوتكنولوجيا والكيمياء

Nanotechnology and Chemistry

ما المقصود بالنانوتكنولوجيا ؟

النانوتكنولوجيا **Nanotechnology** مصطلح من كلمتين ،
الكلمة الأولى نانو **Nano** وهي مأخوذة من كلمة نانوس **Nanos**
اليونانية وتعني القزم **Dwarf** أو الشيء المتناهي في الصغر ، والثانية
تكنولوجيا **Technology** وتعني التطبيق العملي للمعرفة في مجال
معين .

النانوتكنولوجيا : هو تكنولوجيا المواد المتناهية في الصغر ، ويختص بمعالجة
المادة على مقياس النانو لإنتاج نواتج جديدة مفيدة وفريدة في خواصها .

تفكير انتقادي

أيهما أكبر : المليون أم المليار ؟
أيهما أكبر : جزء من المليون أم جزء من المليار ؟
أيهما أكثر ضرراً : أن يكون تركيز مادة سامة (الرصاص مثلاً) في
مياه الشرب ، جزء واحد من المليار ، أو جزء واحد من المليون ؟



نماذج التعلم

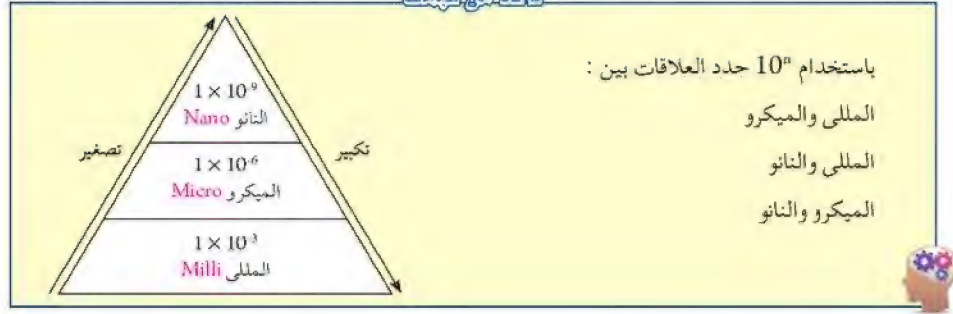
في نهاية هذا الفصل يصبح
الطالب قادراً على أن:

- تتعرف مفهوم النانوتكنولوجيا .
- تعدد بعض تطبيقات كيمياء
النانوتكنولوجيا .
- تستنتج التأثيرات المفيدة والضارة
للنانوتكنولوجيا .

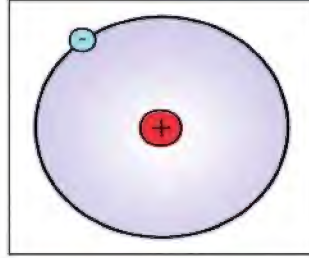


النانو وحدة قياس فريدة

من وجهة النظر الرياضية والفيزيائية النانو بادئة لوحدة قياس ويساوي جزء واحد على مليار (0.000000001) من الوحدة المقاسة ؛ فالنانومتر (nm) يعادل جزء من مليار جزء من المتر أي أنها 10^{-9} متر. وكذلك هناك النانوثانية والنانوجرام والنانومول والنانوجول وهكذا. ويستخدم النانو كوحدة قياس للجزيئات المتناهية الصغر.



ويمكن توضيح مدى صغر وحدة النانو من خلال الأمثلة التالية :



شكل (١٩) قطر الذرة الواحدة
يساوي بين $0.1 - 0.3 \text{ nm}$



شكل (١٨) لجر جزيء الماء
يساوي تقريباً 0.3 nm



شكل (١٧) قطر حبة الرمل يبلغ
حوالي 10^6 nm

الفريد في مقياس النانو **Nanoscale** هو أن خواص المادة في هذا البعد كاللون والشفافية ، والقدرة على التوصيل الحراري والكهربائي والصلابة والمرونة ونقطة الانصهار وسرعة التفاعل الكيميائي وغيرها من الخواص ، تتغير تمامًا وتصبح المادة ذات خواص جديدة وفريدة وقد اكتشف العلماء أن هذه الخواص تتغير باختلاف الحجم النانوي من المادة فيما يسمى بالخواص المعتمدة على الحجم.

الحجم النانوي الحرج : هو الحجم الذي تظهر فيه الخواص النانوية الفريدة للمادة ويكون أقل من 100 nm

وحتى يمكننا فهم الخواص المعتمدة على الحجم **Size Dependant Characteristics** والذي تنفرد به المواد النانوية ، نعرض الأمثلة التالية :



❖ **نانو الذهب** : نعلم أن الذهب أصفر اللون وله بريق ، ولكن عندما يتقلص حجم الذهب ليصبح بمقياس النانو فإنه يختلف ، وقد اكتشف العلماء أن نانو الذهب يأخذ ألوانا مختلفة حسب الحجم النانوي فقد يكون الذهب أحمر ، برتقالي ، أخضر وقد يصبح أزرق اللون ، وذلك لأن تفاعل الذهب في هذا البعد من المادة مع الضوء يختلف عن الحجم المرئي منها.

❖ **نانو النحاس** : لاحظ العلماء أن صلابة جسيمات النحاس تزداد عندما تتقلص من قياس الماكرو و **macro** (الوحدات الكبيرة) إلى قياس النانو **nano** وأنها تختلف باختلاف الحجم النانوي من المادة.



▲ شكل (٢١) ألوان مختلفة لنانو الذهب



▲ شكل (٢٠) نانو النحاس

وما ينطبق على الأمثلة السابقة ينطبق أيضًا على الحجم النانوي لأي مادة ، مما يجعل المواد النانوية تظهر من الخواص الفريدة الفائقة مالا تظهره في الحجمين الماكرو و **Macro** ، والميكرو و **Micro** من المادة، مما يؤدي إلى استخدامها في تطبيقات جديدة غير مألوفة . وترجع الخواص الفائقة للمواد النانوية إلى العلاقة بين مساحة السطح إلى الحجم.

اختبر
مهاراتك

راجع الرسم التالي واحسب النسبة بين مساحة الأسطح والحجم في المكعبات الثلاثة. ماذا تستنتج ؟ ماذا يحدث لهذه النسبة لو استمر التقسيم لنصل إلى مكعب طول ضلعه يقدر بالنانومتر ؟



▲ شكل (٢٢) العلاقة بين مساحة السطح والحجم

في الحجم النانوي من المادة تزداد النسبة بين مساحة السطح إلى الحجم زيادة كبيرة جدًا ويصبح عدد ذرات المادة المعرضة للتفاعل كثيرة جدًا إذا ما قورنت بعددها في الحجم الأكبر من المادة ، هذه النسبة بين مساحة السطح إلى الحجم تكسب الجسيمات النانوية خواص كيميائية وفيزيائية وميكانيكية جديدة وفريدة.



ويمكنك فهم ذلك ، إذا ما تذكرت أن سرعة ذوبان مكعب من السكر في الماء أقل من سرعة ذوبان نفس المكعب في نفس كمية الماء وفي نفس درجة الحرارة إذا تم تجزئته إلى حبيبات من السكر في نفس كمية الماء ، فالنسبة الكبيرة بين مساحة السطح إلى الحجم في حالة الحبيبات تزيد من سرعة الذوبان.

كيمياء النانو Nanochemistry

فرع من فروع علوم النانو ، يتعامل مع التطبيقات الكيميائية للمواد النانوية ويتضمن دراسة ووصف وتخليق المواد ذات الأبعاد النانوية . ويتعلق بالخواص الفريدة المرتبطة بتجميع الذرات والجزيئات بأبعاد نانوية ، والمواد النانوية متعددة الأشكال ، قد تكون على شكل حبيبات أو أنابيب أو أعمدة أو شرائح دقيقة أو أشكال أخرى ، ويمكن تصنيف المواد النانوية وفقا لعدد الأبعاد النانوية للمادة كما يلي :

المواد أحادية البعد النانوي

هي المواد ذات البعد النانوي الواحد ، ومن أمثلتها الأغشية الرقيقة **Thin Films** التي تستخدم في طلاء الأسطح لحمايتها من الصدأ والتآكل ، وفي تغليف المنتجات الغذائية بهدف وقايتها من التلوث والتلف . والأسلاك النانوية **nanowires** التي تستخدم في الدوائر الإلكترونية والألياف النانوية التي تستخدم في عمل مرشحات الماء.



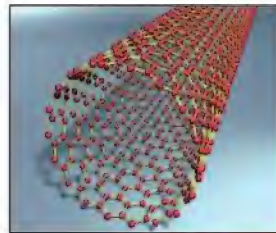
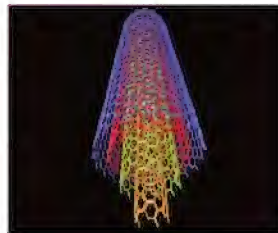
▲ شكل (٢٤) الأغشية الرقيقة



▲ شكل (٢٣) الألياف النانوية

المواد ثنائية الأبعاد النانوية

وهي المواد النانوية التي تمتلك بعدين نانويين ، ومنها أنابيب الكربون النانوية **Carbon nanotubes** أحادية ومتعددة الجدر .



▲ شكل (٢٥) من أشكال أنابيب النانو أحادية ومتعددة الجدر



ومن الخواص المميزة لأنابيب الكربون النانوية :

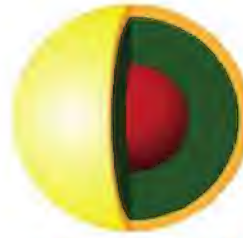
- ❖ موصل جيد للكهرباء والحرارة ، فدرجة توصيلها للكهرباء أعلى من النحاس ، أما توصيلها للحرارة فهو أعلى من درجة توصيل الماس .
- ❖ أقوى من الصلب بسبب قوى الترابط بين جزيئاتها ، وأخف منه وبذلك فإن سلك أنابيب النانو ، والذي يساوى حجم شعرة الإنسان يمكنه بسهولة أن يحمل قاطرة . هذه القوة ألهمت العلماء للتفكير في عمل أحبال ذات متانة يمكن استخدامها في المستقبل في عمل مصاعد الفضاء .
- ❖ ترتبط بسهولة بالبروتين وبسبب هذه الخاصية ، يمكن استخدامها كأجهزة استشعار بيولوجية لأنها حساسة لجزيئات معينة .

المواد ثلاثية الأبعاد النانوية

وهي المواد التي تمتلك ثلاثة أبعاد نانوية ، مثل صدفة النانو وكرات البوكي **Bucky Balls** . تتكون كرة البوكي من 60 ذرة من ذرات الكربون ويرمز لها بالرمز C60 ، ولها مجموعة من الخصائص المميزة والتي تعتمد على تركيبها . لاحظ أن النموذج الجزيئي لكرات البوكي يبدو ككرة مجوفة ، وبسبب شكل الكرة المجوف يختبر العلماء الآن فاعلية استخدام كرة البوكي كحامل للأدوية في الجسم . فالتركيب المجوف يمكنه أن يتناسب مع جزيء من دواء معين داخله . بينما الجزء الخارجى لكرات البوكي مقاوم للتفاعل مع جزيئات أخرى داخل الجسم .



▲ شكل (٢٧) كرة البوكي



▲ شكل (٢٦) صدفة النانو

ملاحظة هامة



▲ شكل (٢٨) السيف الدمشقي

اكتشف العلماء أن السيوف الدمشقية التي استخدمها العرب والمسلمون قديماً والمعروفة بالقوة والصلابة يدخل في تركيبها جسيمات الفضة النانوية .





تطبيقات نانوتكنولوجية

فى مجال الطب

- ✳ التشخيص المبكر للأمراض وتصوير الأعضاء والأنسجة.
- ✳ توصيل الدواء بدقة إلى الأنسجة والخلايا المصابة مما يزيد من فرص الشفاء ويقلل من الأضرار الجانبية للعلاج التقليدى الذى لا يفرق بين الخلايا المصابة والخلايا السليمة.
- ✳ إنتاج أجهزة متناهية الصغر للغسيل الكلوى يتم زراعتها فى جسم المريض.
- ✳ إنتاج روبوتات نانوية يتم إرسالها إلى تيار الدم حيث تقوم بإزالة الجلطات الدموية من جدار الشرايين دون تدخل جراحى.

معلومات إضافية

الدكتور مصطفى السيد أول عالم مصرى يحصل على قلادة العلوم الوطنية الأمريكية لإنجازاته فى مجال النانوتكنولوجى وتطبيقه لهذه التكنولوجيا باستخدام مركبات الذهب النانوية فى علاج مرض السرطان.



فى مجال الزراعة

- ✳ التعرف على البكتريا فى المواد الغذائية وحفظ الغذاء.
- ✳ تطوير مغذيات ومبيدات حشرية وأدوية للنبات والحيوان بمواصفات خاصة.

فى مجال الطاقة

- ✳ إنتاج خلايا شمسية باستخدام نانو السيليكون تتميز بقدرة تحويلية عالية للطاقة فضلاً عن عدم تسرب الطاقة الحرارية.
- ✳ إنتاج خلايا وقود هيدروجينى قليلة التكلفة وعالية الكفاءة.

فى مجال الصناعة

- ✳ إنتاج جزيئات نانوية غير مرئية تكسب الزجاج والخزف خاصية التنظيف التلقائى.
- ✳ تصنيع مواد نانوية من أجل تنقية الأشعة فوق البنفسجية بهدف تحسين نوعية مستحضرات التجميل والكريمات المضادة لأشعة الشمس.
- ✳ تكنولوجيا التغليف بالنانو على شكل طلاءات وبخاخات تعمل على تكوين طبقات تغليف تحمى شاشات الأجهزة الإلكترونية من الخدش.
- ✳ تصنيع أنسجة طاردة للبقع وتتميز بالتنظيف الذاتى (التلقائى).



في مجال وسائل الاتصالات

- ❖ أجهزة النانو اللاسلكية والهواتف المحمولة والأقمار الصناعية.
- ❖ تقليص حجم الترانزستور.
- ❖ تصنيع شرائح إلكترونية تتميز بقدرة عالية على التخزين.

في مجال البيئة

- ❖ مثل المرشحات النانوية التي تعمل على تنقية الهواء والماء ، وتحلية الماء وحل مشكلة النفايات النووية ، إزالة العناصر الخطيرة من النفايات الصناعية.

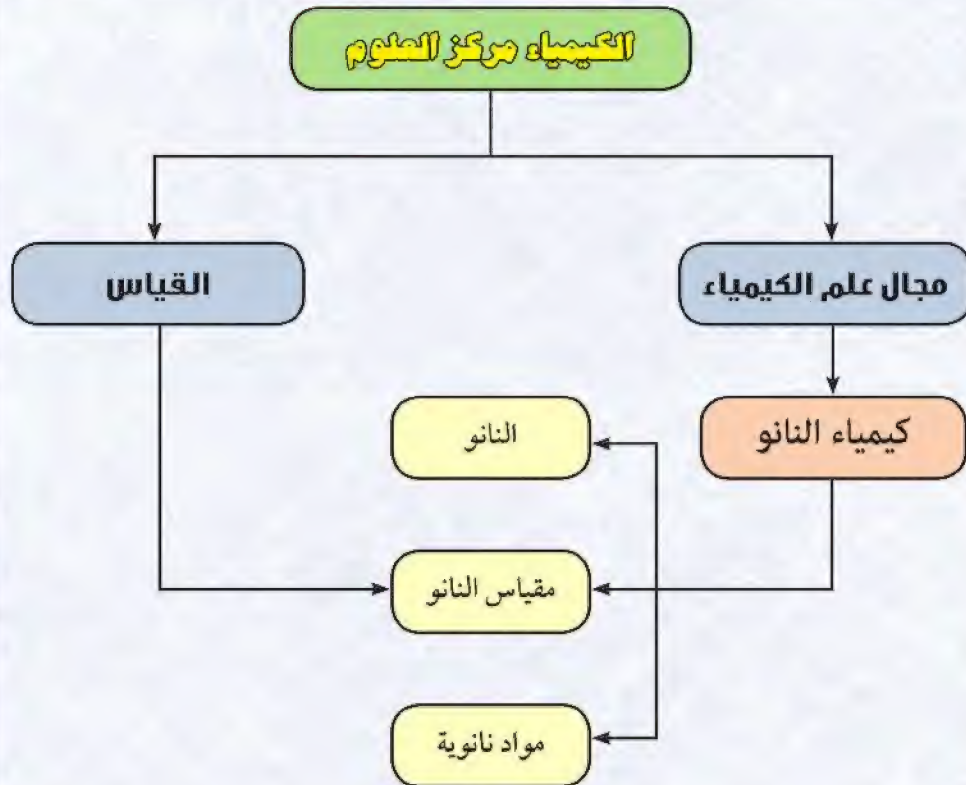
التأثيرات الضارة المحتملة للنانوتكنولوجيا

- على الرغم من أن تكنولوجيا النانو لها العديد من التطبيقات إلا أن البعض يرى أنه من الممكن حدوث تأثيرات ضارة لها ، ومن مخاوفهم :
- ❖ **التأثيرات الصحية :** تتمثل في أن جزيئات النانو صغيرة جدًا يمكن أن تتسلل من خلال أغشية خلايا الجلد والرئة لتستقر داخل الجسم أو داخل أجسام الحيوانات وخلايا النباتات ما قد يتسبب عنه مشكلات صحية .
- ❖ **التأثيرات البيئية :** منها التلوث النانوي **Nanopollution** ونقصه به التلوث بالنفايات الناجمة عن عملية تصنيع المواد النانوية ، والتي يمكن أن تكون على درجة عالية من الخطورة، ذلك بسبب حجمها. حيث تستطيع أن تعلق في الهواء وقد تخترق بسهولة الخلايا الحيوانية والنباتية فضلًا عن تأثيرها على كل من المناخ والماء والهواء والترربة.
- ❖ **التأثيرات الاجتماعية :** يرى المعنيون بالآثار الاجتماعية للنانوتكنولوجيا أنها ستسفر عن تفاقم المشكلات الناجمة عن عدم المساواة الاجتماعية والاقتصادية القائمة بالفعل ومنها التوزيع غير المنصف للتكنولوجيا والثروات.

المصطلحات الأساسية في الباب الأول

- ✧ **علم الكيمياء** : العلم الذي يهتم بدراسة تركيب المادة وخصائصها والتغيرات التي تطرأ عليها ، وتفاعل المواد المختلفة مع بعضها البعض .
- ✧ **القياس** : هو مقارنة كمية مجهولة بكمية أخرى من نوعها لمعرفة عدد مرات احتواء الأولى على الثانية .
- ✧ **وحدة القياس** : مقدار محدد من كمية معينة ، معرفة ومعتمدة بموجب القانون ، تستخدم كمعيار لقياس مقدار فعلى لهذه الكمية .
- ✧ **النانو تكنولوجيا** : تكنولوجيا المواد المتناهية في الصغر ، ويختص بمعالجة المادة على مقياس النانو لإنتاج نواتج جديدة مفيدة .
- ✧ **كيمياء النانو** : فرع من فروع علوم النانو ، يتعامل مع التطبيقات الكيميائية للمواد النانوية .

مخطط تنظيمي للباب الأول





أنشطة وأسئلة الباب الأول

الفصل الأول : علم الكيمياء والقياس

نشاط تطبيقي : العلاقة بين الكيمياء والبيولوجي
(أضرار تناول الشاي بعد الوجبات الغذائية)

خطوات إجراء النشاط :

قم مع زملائك في مجموعتك باتباع خطوات الطريقة العلمية للإجابة عن المشكلة التي يطرحها هذا النشاط
✳ أذب 3 g من كبريتات الحديد III في 50 mL من الماء المقطر ،
خذ الرائق من المحلول في أنبوبة اختبار وسجل لونه.
اللون :

✳ صب في أنبوبة اختبار كمية قليلة من الشاي ، ثم صب عليها كمية
من محلول كبريتات الحديد III ، سجل ملاحظاتك.
الملاحظة :

✳ أذب فيتامين C أو قطرات من عصير الليمون في ماء مقطر .
✳ أضف قطرات من محلول عصير الليمون أو فيتامين C إلى الراسب
المتكون ، ثم سجل ملاحظاتك. هل يعود لون الراسب إلى لون
محلول كبريتات الحديد III ؟
الملاحظة :

الاستنتاج والتفسير :

✳ ماذا تستنتج من التجربة ؟
✳ وضح كيف نستفيد من نتائج هذه التجربة في مواقف حياتية ؟

✳ من التجربة السابقة وضح كيف تسهم الكيمياء في علم البيولوجي ؟



الأمان والسلامة



المحف من النشاط

- ✑ يستنتج العلاقة بين الكيمياء والعلوم الأخرى.
- ✑ يفسر خطورة تناول الشاي مباشرة بعد الوجبات.

المهارات المرجع الأكاديمي

- ✑ فرض الفروض - التجريب - الاستنتاج.

المواد والأدوات المستخدمة

- ✑ كوب شاي - عصير ليمون أو فيتامين C - ملح كبريتات حديد III - أنابيب اختبار - حامل أنابيب - عدد 2 قارورة زجاجية 100 mL



الراسب



المحلول



نشاط تطبيقي : استخدام أدوات القياس (تعيين كثافة الماء)



خطوات إجراء النشاط :

- أولاً : تعيين كثافة الماء المقطر باستخدام مخبر مدرج
- ❖ باستخدام الميزان ذو الكفة الفوقية حدد كتلة المخبر.
- ❖ باستخدام ماصة ، إملأ المخبر المدرج حتى علامة 10 mL بالماء المقطر الموجود في الدورق.
- ❖ عين كتلة المخبر المدرج وبه الماء باستخدام الميزان.
- ❖ باستخدام البيانات التي لديك عين كثافة الماء.

تسجيل البيانات :

كتلة المخبر فارغ	كتلة المخبر وبه الماء	كتلة الماء	حجم الماء	كثافة الماء
.....

ثانياً : تعيين كثافة المياه باستخدام سحاحة

- ❖ باستخدام الميزان ذو الكفة الفوقية ، حدد كتلة زجاجة بلاستيكية صغيرة فارغة.
- ❖ إملأ سحاحة 50 mL بماء مقطر في درجة حرارة الغرفة من ماء الدورق.
- ❖ سجل قراءة السحاحة في البداية.
- ❖ من السحاحة، أضف 5 mL من الماء المقطر إلى الزجاجة البلاستيكية.

الأمان والسلامة



الهدف من النشاط

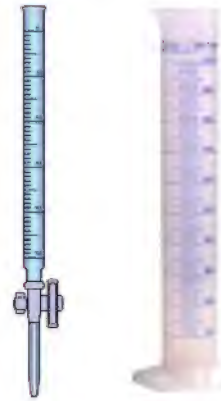
- ❑ استخدام أدوات القياس بدقة.

المهارات المرجو اكتسابها

- ❑ استخدام الأدوات - الملاحظة.

المواد والأدوات المستخدمة

- ❑ كأس زجاجية سعة 100 mL به ماء مقطر - ماصة - مخبر مدرج - ميزان رقمي - سحاحة - زجاجة بلاستيكية.





- ✱ سجل القراءة النهائية للمسحاحة وحدد حجم الماء داخل الزجاجاة البلاستيكية.
- ✱ عين كتلة الزجاجاة وبها الماء باستخدام الميزان ذو الكفة الفوقية.
- ✱ باستخدام البيانات التي لديك حدد كثافة الماء.

تسجيل البيانات :

كتلة الزجاجاة البلاستيكية فارغة (g)	كتلة الزجاجاة وبها الماء (g)	كتلة الماء (g)	حجم الماء (mL)	كثافة الماء (g/mL)
.....

التحليل :

- ✱ قارن بين كثافة الماء في كل من التجريبتين السابقتين.

.....

- ✱ حدد مصادر الخطأ المحتملة في القياسات السابقة؟

.....

- ✱ أى النتائج أكثر دقة؟ ولماذا؟

.....



أسئلة تقييمية

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة :

١) أحد أنواع الأجهزة التي تستخدم لقياس كتل المواد

أ. السمحاة ب. الماصة

ج. الميزان الحساس د. الدوارق المستديرة

٢) أحد أنواع الأدوات الزجاجية تستخدم في عمليات التحضير والتقطير

أ. السمحاة ب. الماصة

ج. الميزان الحساس د. الدوارق المستديرة

٣) قيمة pH للمحلول الحمضي تكون

أ. $7 <$ ب. $7 >$

ج. $7 =$ د. $14 =$

٤) أحد أنواع الأدوات الزجاجية التي تستخدم في عملية المعايرة

أ. الدوارق المستديرة ب. الدوارق المخروطية

ج. الدوارق العيارية د. الماصة

ثانياً : علل :

١) القياس له أهمية كبرى في الكيمياء.

٢) يعتبر علم الكيمياء مركزاً لمعظم العلوم الأخرى كعلم البيولوجي والفيزياء والزراعة.

٣) قياس الأس الهيدروجيني على درجة كبيرة من الأهمية في التفاعلات الكيميائية والبيوكيميائية.





ثالثاً : اكتب المصطلح العلمي :

- ١) بناء منظم من المعرفة يتضمن الحقائق والمفاهيم والمبادئ والقوانين والنظريات العلمية، وطريقة منظمة في البحث والتقصي.
- ٢) العلم الذي يهتم بدراسة تركيب المادة وخصائصها والتغيرات التي تطرأ عليها، وتفاعل المواد المختلفة مع بعضها البعض والظروف الملائمة لذلك.
- ٣) مقارنة كمية مجهولة بكمية أخرى من نوعها لمعرفة عدد مرات احتواء الأولى على الثانية.
- ٤) أنبوبة زجاجية طويلة مفتوحة الطرفين وتدريبها يبدأ من أعلى إلى أسفل.
- ٥) جهاز يستخدم لقياس كتل المواد.

رابعاً : أسئلة متنوعة :

- ١) لاحظ الشكل الذي أمامك ثم أجب :

أ. اكتب أسماء الأدوات (١) و (٢) .



ب. اذكر وظيفة واحدة لكل منهما.

- ٢) حدد الأدوات المناسبة للاستخدامات التالية :

الأداة	الاستخدام
أ.	تعيين حجوم السوائل والأجسام الصلبة غير المنتظمة
ب.	نقل حجم محدد من مادة
ج.	إضافة أحجام دقيقة من السوائل أثناء المعايرة
د.	تحضير محاليل معلومة التركيز بدقة





الفصل الثاني : النانوتكنولوجي والكيمياء

نشاط تطبيقي : تعرف مقياس النانو



يوضح الجدول التالي البادئات المختلفة التي تستخدم للتعبير عن الطول ، تعرف على هذه الوحدات ، ثم استخدم الجدول لايجاد العلاقات النسبية بين الأطوال التالية:

البادئة	المقياس	الرمز العلمي
كيلو - Kilo	1000 m	1×10^3 m
متر - Meter	1 m	1×10^0 m
ديسي - Deci	0.1 m	1×10^{-1} m
سنتي - Centi	0.01 m	1×10^{-2} m
ملي - Milli	0.001 m	1×10^{-3} m
ميكرو - Micro	0.000001 m	1×10^{-6} m
نانو - Nano	0.000000001 m	1×10^{-9} m

وحدة القياس الأولى	وحدة القياس الثانية	العلاقة
الكيلومتر	المتر	10^3 m
المتر	الميكرومتر	أ .
الميكرو	النانو	ب .
المتر	النانو	ج .

اشترك مع زملائك في حل المشكلة التالية:

❖ عند اضافة مادة ملونه إلى ماء ، في أي تركيز يظهر المحلول بدون لون ؟

الأمان والسلامة



التعرف من النشاط

- ☒ استنتاج العلاقات بين الأبعاد المختلفة.
- ☒ التعرف على مقياس النانو.
- ☒ استخدام التعبير الأنسي (10⁻) للتعبير عن النانو.

المهارات المبرجة اختصارها

- ☒ القياس - الملاحظة - الاستنتاج.

المواد والأدوات المستخدمة

- ☒ ورقة بيضاء - قطارة 1 mL - ملون غذائي - 200 mL من الماء - كوب من الماء - 9 أكواب صغيرة أو كؤوس شفافة - ماصة (10 mL) - صبغة





خطوات إجراء النشاط :

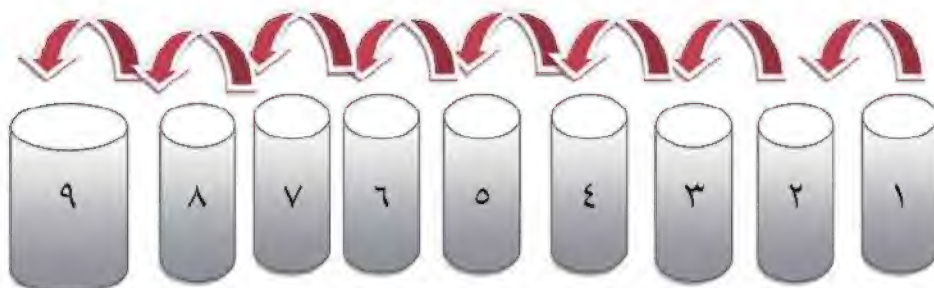
❖ رقم الأكواب بالأرقام من ١ - ٩ ، ضع ورقة بيضاء تحت الأكواب.

❖ باستخدام الماصة ضع 1 mL من الصبغة الغذائية ، 9 mL من الماء في الكأس رقم ١ ، حرك الكأس برفق لمزج المحلول.

❖ في الكأس رقم 2 استخدم الماصة في نقل 1 mL من محلول الكأس رقم ١ ثم اصف إليه 9 mL من الماء.

❖ واصل عملية التخفيف كما فعلت أعلاه حتى تصل إلى الكأس رقم ٩.

❖ في جدول النتائج ، صف لون المحلول والتركيز في كل حالة.



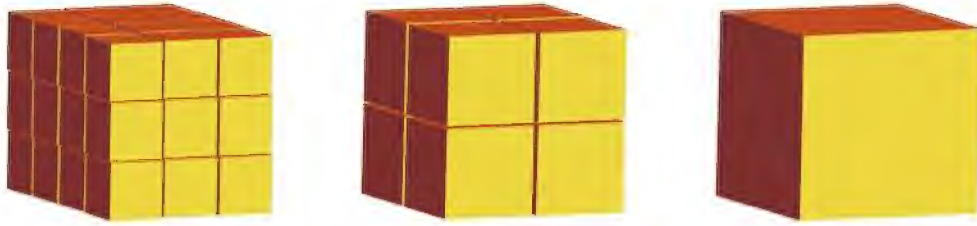
رقم الكوب	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
التركيز									
لون المحلول									





أسئلة تقويمية

١ لديك مكعب طول ضلعه 1 cm ، تم تقسيمه إلى مربعات أصغر مرات متتالية ، استخدم الجدول التالي في التعبير عن العلاقة بين حجم المكعب ومساحة السطح في كل حالة .



النسبة بين المساحة والحجم	الحجم cm^3	مساحة السطح الكلية cm^2	مجموع مساحات الأوجه الستة للمكعب cm^2	عدد المكعبات	طول ضلع لمكعب cm
.....	1	1
.....	8	1/2
.....	1/3
.....

أ. إذا استمر تقسيم المكعب لنصل إلى الحجم النانوي للمادة ، فأى العبارات التالية صواب ؟

أولاً : تزداد النسبة بين مساحة السطح والحجم ، وتزداد سرعة التفاعل الكيميائي .

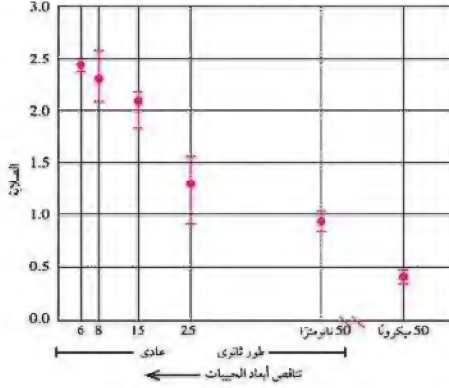
ثانياً : تقل النسبة بين مساحة السطح والحجم ، وتقل سرعة التفاعل الكيميائي .

ب. فسّر إجابتك على ضوء عدد الذرات المعرضة للتفاعل .





٢) يعبر الشكل التالي عن العلاقة بين حجم حبيبات النحاس، وصلابتها، لاحظ الشكل جيدًا ثم أجب على الأسئلة التالية :



أ. ما الحجم الذي تكون فيه صلابة حبيبات النحاس أقل قيمة ؟
ب. كيف تتغير صلابة الحبيبات بتقلصها إلى الحجم النانوي ؟

ج. ما الحجم الذي تكون فيه صلابة حبيبات النحاس أعلى قيمة ؟

د. كيف تتغير صلابة الحبيبات بتغير الحجم النانوي ؟

٣) يوضح الشكل الذي أمامك قطرة حبر على أحد الأنسجة :



أ. فسر الظاهرة.

ب. ما علاقتها بالنانوتكنولوجيا ؟

ج. أى الظواهر الحياتية ترتبط بهذه الظاهرة ؟

د. كيف أمكن الاستفادة من هذه الظاهرة في تطبيقات حياتية ؟





أسئلة مراجعة الباب الأول

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة :

١ يختص بدراسة التركيب الكيميائي لأجزاء الخلية

- أ. الكيمياء الفيزيائية
ب. الكيمياء الحيوية
ج. الكيمياء العضوية
د. الكيمياء الكهربائية

٢ من المواد أحادية البعد النانوى

- أ. ألياف النانو
ب. أنابيب النانو
ج. صدف النانو
د. كرات البوكي

٣ أى مما يلى يعبر عن النانومتر ؟

- أ. 1×10^9 متر
ب. 1×10 متر
ج. 1×10^{-3} متر
د. 1×10^{-9} متر

٤ يعتبر القياس النانوى مهماً فى حياتنا لأنه

- أ. يحتاج لأدوات خاصة لرؤيته والتعامل معه
ب. يظهر خواص جديدة لم تظهر من قبل
ج. يحتاج لطرق خاصة لتصنيعه
د. جميع ما سبق

٥ يمكن قياس الحجم الدقيق للسوائل بواسطة

- أ. الكأس المدرج
ب. المخبر المدرج
ج. الدورق القياسى
د. أنبوبة الاختبار





٦) أى المقادير التالية أكبر.....

- أ. 10^{-6} ب. 10^{-9}
ج. 10^{-3} د. 10^{-2}

٧) عند تقسيم مكعب إلى مكعبات أصغر منه.....

- أ. تقل مساحة السطح ويقل الحجم.
ب. تزيد مساحة السطح ويقل الحجم.
ج. تقل مساحة السطح ويظل الحجم ثابت.
د. تزيد مساحة السطح ويظل الحجم ثابت.

٨) سلوك الجسيمات النانوية يرتبط بحجمها المتناهي فى الصغر وذلك لأن.....

- أ. النسبة بين مساحة السطح إلى الحجم كبيرة جدًا بالمقارنة بالحجم الأكبر من المادة.
ب. عدد الذرات على سطح الجسيمات كبير بالمقارنة بعددها بالحجم الأكبر من المادة.
ج. عدد الذرات على سطح الجسيمات صغير بالمقارنة بعددها بالحجم الأكبر من المادة.
د. أ، ب إجابات صحيحة.

ثانياً: اكتب المصطلح العلمى :

- ١) يختص بمعالجة المادة على مقياس النانو لإنتاج منتجات جديدة مفيدة.....
٢) فرع من فروع علوم النانو، يتعامل مع التطبيقات الكيميائية للمواد النانوية.....
٣) يستخدم لتعيين أحجام السوائل والأجسام الصلبة غير المنتظمة.....
٤) تغير خواص الجسيمات النانوية باختلاف حجمها فى مدى مقياس النانو.....
٥) يتضمن دراسة ووصف وتخليق المواد ذات الأبعاد النانوية.....
٦) يساوى واحد على مليار من المتر.....





ثالثًا : اختر من العمود (أ) ما يناسبه من العمود (ب) ثم اختر ما يناسبهما من العمود (ج) :

عمود (أ)	عمود (ب)	عمود (ج)
مواد أحادية البعد النانوى	صدقات النانو	مصاعد الفضاء
مواد ثنائية الأبعاد النانوية	أسلاك النانو	علاج السرطان
مواد ثلاثية الأبعاد النانوية	أنابيب الكربون النانوية	الدوائر الالكترونية

رابعًا : قارن بين كل من :

- ١ الخلايا الشمسية العادية والخلايا الشمسية النانوية.
- ٢ صلابة النحاس، جسيمات النحاس النانوية.

خامسًا : اكتب نبذة مختصرة عن :

- ١ التأثيرات الصحية الايجابية والسلبية لتكنولوجيا النانو.
- ٢ أهمية العلاقة بين مساحة السطح والحجم فى المواد النانوية.

سادسًا : ما المقصود بكل من :

- ١ القياس.
- ٢ وحدة القياس.
- ٣ النانوتكنولوجى.



الأهداف العامة للباب الثاني :

في نهاية هذا الباب يُصبح الطالب قادرًا على أن :

- يعبر عن تفاعل كيميائي باستخدام معادلة رمزية موزونة.
- يحسب كتلة المول لمركب كيميائي بمعلومية الكتلة الذرية.
- يذكر العلاقة بين المول وعدد أفوجادرو.
- يتعرف حجم مول الغاز عند (م، ض، د).
- يحسب عدد مولات الغاز بمعلومية حجمه وحجم المول الواحد.
- يحسب النسبة المئوية لمكونات مادة بالاستعانة بصيغتها الكيميائية أو بالنتائج التجريبية.
- يستنتج الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية للمركب بالاستعانة بالنتائج التجريبية.
- يحسب كميات المواد المتفاعلة والنواتج من المعادلة المتزنة.
- يحسب النسبة المئوية للنواتج الفعلي بالنسبة للنواتج النظرى المحسوب من المعادلة الكيميائية المتزنة.

الباب الثاني

فصول الباب الثاني :



١ المول والمعادلة الكيميائية



٢ حساب الصيغة الكيميائية

القضايا المتضمنة : ترشيد الاستهلاك

عادة ما يحتاج الكيميائيون أو دارسوا الكيمياء للإجابة على تساؤل مهم وهو
كم يكون ... ؟

فإذا كان المطلوب تحضير أحد العقاقير الطبية بطريقة كيميائية فلا بد من
تحديد كميات ومقادير المواد الداخلة في تركيب هذا العقار بدقة
حتى يأتي بالنتائج المتوقعة له.

فالكيمياء علم كمي نستخدمه لتحليل عينات معينة لتحديد
نسب مكوناتها ، كذلك فإن تحديد كميات المواد
الداخلة والناجمة من التفاعل الكيميائي يكون مرتبطاً
بالمعادلة الكيميائية المعبرة عن هذا التفاعل.

وهناك أكثر من وسيلة للقياس يمكن التعامل
بها مع المواد المختلفة مثل الكتلة أو العدد
أو الحجم ، ويتوقف ذلك على طبيعة
المواد التي نتعامل معها وفي هذا
الجزء سوف نتناول الطرق الحسابية
المستخدمة لتحديد الكميات في
التفاعلات الكيميائية.

الكيمياء الكمية

Quantitative Chemistry

المصطلحات الأساسية :

Balanced Equation	المعادلة الموزونة
Mass	كتلة
Mole	المول
Molecular Formula	الصيغة الجزيئية
Chemical Formula	الصيغة الكيميائية
Empirical Formula	الصيغة الأولية
Atomic Mass	الكتلة الذرية
Avogadro's Number	عدد أفوجادرو
Reactants	المتفاعلات
Products	النواتج
Practical Yield	الناتج الفعلي
Theoretical Yield	الناتج النظري (المحسوب)



الفصل الأول: المول والمعادلة الكيميائية

Mole and Chemical Equation

المعادلة الكيميائية Chemical Equation

تبين الروابط التالية بينك المعرفة المصرى مفهومى التفاعل الكيميائى والمعادلة الكيميائية:



والجدول رقم (١) يوضح الرموز المستخدمة للتعبير عن الحالات الفيزيائية، وتكتب يمين الرمز الكيميائى للمادة.

s	Solid	صلب
ℓ	Liquid	سائل
g	Gas	غاز
aq	Aqueous Solution	محلول مائى

▲ جدول (١) رموز الحالة الفيزيائية للمادة

نواتج التعلم

فى نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادراً على أن:

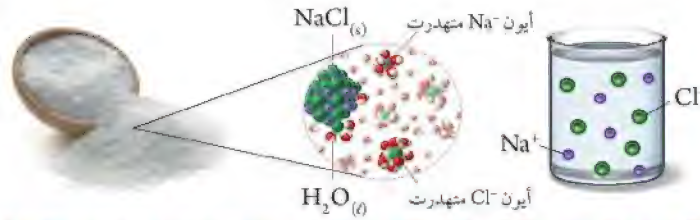
- ✎ يعبر عن تفاعل كيميائى باستخدام معادلة رمزية موزونة.
- ✎ يحسب كتلة المول لمركب كيميائى بمعلومية الكتل الذرية.
- ✎ يتذكر العلاقة بين المول وعدد أفوجادرو.
- ✎ يتعرف حجم مول الغاز عند (م. ض. د).
- ✎ يحسب عدد مولات الغاز بمعلومية حجمه وحجم المول الواحد.
- ✎ يحسب كميات المواد المتفاعلة والنتيجة من المعادلة المتزنة باستخدام وحدات المول والكتلة.
- ✎ يقدر جهود العلماء.
- ✎ يقدر عظيمة الخالق وإبداعه فى الكون.



المعادلة الأيونية

بعض العمليات الفيزيائية مثل تفكك بعض المركبات الأيونية عند ذوبانها في الماء أو انصهارها ، وكذلك بعض التفاعلات الكيميائية تتم بين الأيونات مثل تفاعلات التعادل بين الحمض والقاعدة أو تفاعلات الترسيب يتم التعبير عنها في صورة معادلات أيونية.

✓ فعند إذابة ملح كلوريد الصوديوم في الماء يعبر عنه بالمعادلة الأيونية التالية :

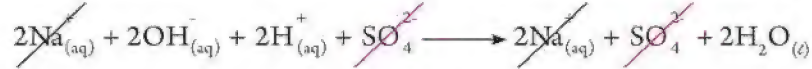


▲ شكل (٣) عند إذابة ملح كلوريد الصوديوم في الماء فإنه يتفكك إلى أيونات Na^+ ، Cl^-

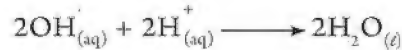
✓ عند تعادل حمض الكبريتيك مع هيدروكسيد الصوديوم لتكوين ملح كبريتات صوديوم وماء ، فإننا نعبر عن هذا التفاعل بالمعادلة الرمزية التالية :



وحيث أن هذه المواد في محاليلها المائية تكون موجودة في صورة أيونات ما عدا الماء هو المادة الوحيدة الموجودة في صورة جزيئات ، فإنه يمكن التعبير عن هذا التفاعل في صورة معادلة أيونية كما يلي :



وبالنظر إلى المعادلة السابقة نجد أن أيونات Na^+ وأيونات SO_4^{2-} ظلت في التفاعل كما هي دون اتحاد ، أي أنها لم تشارك في التفاعل ، وبإهمالها من طرفي المعادلة نحصل على المعادلة الأيونية المعبرة عن التفاعل ، والتي تبين الأيونات المتفاعلة فقط .



وعند إضافة قطرات من محلول ملح كرومات البوتاسيوم إلى محلول نترات الفضة يتكون كرومات الفضة الذي لا يذوب في الماء فينفصل في صورة صلبة عبارة عن راسب أحمر .



عبر عن التفاعل السابق بمعادلة أيونية موزونة .





تذكير

في المعادلة الأيونية الموزونة يجب أن يكون مجموع الشحنات الموجبة مساوياً لمجموع الشحنات السالبة في كل من طرفي المعادلة بالإضافة إلى تساوى عدد ذرات العنصر الداخلة والناجمة من التفاعل.



تذكير

الجزء : هو أصغر جزء من المادة يمكن أن يوجد على حالة انفراد وتتضح فيه خواص المادة.
الذرة : هي أصغر وحدة بنائية للمادة تشترك في التفاعلات الكيميائية.
الجزء أو الذرة كلها جسيمات متناهية في الصغر تقدر أبعادها بوحدة النانومتر ويصعب التعامل معها عملياً.



المول The Mole

اتفق العلماء على استخدام اصطلاح المول في النظام الدولي للقياس (SI) للتعبير عن كميات المواد المستخدمة والناجمة من التفاعل الكيميائي.

والرابط التالي بينك المعرفة المصرى يوضح كيفية حساب الكتلة الجزيئية وعلاقتها بالمول:



من خلال الرابط كم تكون كتلة المول من غاز CO_2 ؟

في حالة المركبات الأيونية والتي يمكن التعبير عن وحدتها البنائية بوحدة الصيغة بدلاً من الجزيء ، فإن كتلة وحدة الصيغة يمكن حسابها بنفس طريقة حساب الكتلة الجزيئية.

تذكير



المركبات الأيونية تكون في شكل بناء هندسى منتظم يعرف بالشبكة البلورية ، حيث يحاط الأيون بأيونات مخالفة له في الشحنة من جميع الاتجاهات ، ويمكن التعبير عنها بوحدة الصيغة التي توضح النسبة بين الأيونات المكونة لها. والصورة التي أمامك توضح نموذجاً تخطيطياً للشبكة البلورية لملاح كلوريد الصوديوم الأيونى.



فعلى سبيل المثال فإن كتلة وحدة الصيغة من كلوريد الكالسيوم الأيونى CaCl_2 نحسب كالآتى :

$$\text{كتلة } \text{CaCl}_2 = (2 \times \text{كتلة أيون الكلوريد}) + (1 \times \text{كتلة أيون الكالسيوم})$$

فإذا علمت أن الكتلة الذرية للكلور = 35.5 amu والكتلة الذرية للكالسيوم = 40 amu



المول والمعادلة الكيميائية



▲ شكل (٤) وحدة الصيغة
من كلوريد الكالسيوم

$$111 \text{ amu} = 40 + 71 = (40 \times 1) + (35.5 \times 2) = \text{CaCl}_2 \text{ فإن كتلة}$$

وبذلك يكون مول من وحدات الصيغة CaCl_2 111 g

مجموعة المفاهيم

أول من أطلق اسم (مول) هو العالم فيلهلم أوستفالد في عام ١٨٩٤م من الكلمة الألمانية **Mol** وهو تكبير لكلمة **Molecule** أى جزيء



إذا استخدمت كتلة من غاز ثاني أكسيد الكربون مقدارها 44 g فهذا يعنى أنك تستخدم مولاً واحداً منه.
وإذا استخدمت كتلة منه مقدارها 22 g فإنك تستخدم نصف مول منه.

كتلة المادة بالجرام = عدد مولاتها × الكتلة المولية لها

الكتلة بالجرام (g)	
كتلة المول (g/mol)	عدد المولات (mol)

✱ تختلف كتلة المول من مادة لأخرى ، ويرجع ذلك إلى اختلاف المواد
عن بعضها في تركيبها الجزيئى وبالتالى اختلاف كتلتها الجزيئية ، حيث
أن مول من النحاس $(\text{Cu}) = 63.5 \text{ g}$ بينما مول من كبريتات النحاس
المائية $(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249.5 \text{ g}$

✱ يختلف مول جزيء العنصر عن مول ذرة العنصر في الجزيئات ثنائية الذرة مثل الأكسجين O_2
والنيتروجين N_2 والهيدروجين H_2 وغيرها.
فإذا كان الأكسجين في صورة جزيئات فإن كتلة المول من جزيئات الأكسجين $\text{O}_2 = 16 \times 2 = 32 \text{ g}$
وإذا كان الأكسجين في صورة ذرات تكون كتلة المول من ذرات الأكسجين $\text{O} = 16 \times 1 = 16 \text{ g}$



هيدروجين
(H_2)



نيتروجين
(N_2)



أكسجين
(O_2)



كلور
(Cl_2)



يود
(I_2)

▲ شكل (٥)

✱ هناك عناصر يختلف تركيبها الجزيئى تبعاً لحالتها الفيزيائية مثل الفوسفور في الحالة البخارية يتكون
الجزيء من أربعة ذرات (P_4) ، وكذلك الكبريت في الحالة البخارية يوجد في صورة جزيء ثمانية
الذرات (S_8) ، بينما في الحالة الصلبة فإن جزيء كل منهما عبارة عن ذرة واحدة ، وبالتالى يختلف
المول في الحالة البخارية عن المول في الحالة الصلبة.



كتاب الطالب - الباب الثانى



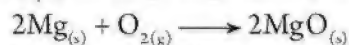
▲ شكل (٦) اختلاف التركيب الجزيئي تبعاً للحالة الفيزيائية



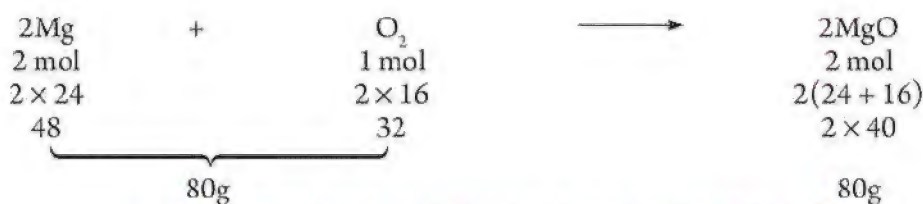
احسب الكتلة المولية لكل مما يأتي P₄ ، NaCl ، H₂SO₄ ، H₂O علماً بأن الكتل الذرية هي [H = 1 ، O = 16 ، S = 32 ، Na = 23 ، Cl = 35.5 ، P = 31]

الخطي
مباين

ويمكن حساب الكميات الداخلة والنتيجة من تفاعل الماغنسيوم والأكسجين كما يلي :



2 مول من الماغنسيوم تحتاج إلى 1 مول من الأكسجين لينتج 2 مول من أكسيد الماغنسيوم
أي أن 48 g من الماغنسيوم تحتاج إلى 32 g من الأكسجين لينتج 80 g من أكسيد الماغنسيوم
علماً بأن الكتلة الذرية Atomic Mass لكل من الماغنسيوم والأكسجين هي 24 amu ، 16 amu على الترتيب.



▲ شكل (٧) العلاقة بين كميات المواد الداخلة والنتيجة في تفاعل الماغنسيوم والأكسجين

المادة المحددة للتفاعل :

إن كل تفاعل كيميائي يحتاج كميات محسوبة بدقة من المتفاعلات للحصول على الكميات المطلوبة من النواتج. وإذا زادت كمية أحد المتفاعلات عن المطلوب فإن هذه الكمية الزائدة تظل كما هي دون أن تشارك في التفاعل. وتسمى المادة المتفاعلة التي تستهلك تماماً أثناء التفاعل الكيميائي بالمادة المحددة للتفاعل وهي التي ينتج عن تفاعلها مع باقي المتفاعلات العدد الأقل من مولات المواد الناتجة.



مثال:

يتفاعل الماغنسيوم مع الأكسجين تبعًا للمعادلة : $2\text{Mg}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \longrightarrow 2\text{MgO}_{(s)}$
 ما العامل المحدد للتفاعل عند استخدام 32g من الأكسجين مع 12g من الماغنسيوم ؟
 [Mg = 24 , O = 16]

الحل:

$$1 \text{ mol} = \frac{32}{32} = \text{O}_2 \text{ عدد مولات}$$

$$2 \text{ mol MgO} = \frac{2 \text{ mol MgO}}{1 \text{ mol O}_2} \times 1 \text{ mol O}_2 = \text{MgO عدد مولات}$$

$$0.5 \text{ mol} = \frac{12}{24} = \text{Mg عدد مولات}$$

$$0.5 \text{ mol MgO} = \frac{2 \text{ mol MgO}}{2 \text{ mol Mg}} \times 0.5 \text{ mol Mg} = \text{MgO عدد مولات}$$

∴ الماغنسيوم هو العامل المحدد للتفاعل ، لان عدد مولات MgO الناتجة عنه هي الأقل عددًا

المول وعدد أفوجادرو The Mole and Avogadro's number

يبين الرابط التالي بينك المعرفة المصرى العلاقة بين المول وعدد افوجادرو:



مما سبق يمكن أن نعبر عن العلاقة بين عدد المولات وعدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات في القانون الكلى :

$$\begin{array}{l} \left. \begin{array}{l} \text{الذرات} \\ \text{الجزيئات} \\ \text{الأيونات} \end{array} \right\} \text{عدد} = \text{عدد مولات} \times \text{عدد أفوجادرو } (6.02 \times 10^{23}) \end{array}$$

مثال:

احسب عدد ذرات الكربون الموجودة في 50 g من كربونات الكالسيوم علمًا بأن:
 [Ca = 40 , C = 12 , O = 16]





الحل:

مول من كربونات الكالسيوم $\text{CaCO}_3 = 100 \text{ g} = 40 + 12 + 3 \times 16$

وحيث أن مول من CaCO_3 يحتوي على 1 mol من ذرات الكربون C

أي أن 100 g تحتوي على 1 mol من ذرات الكربون C

لذلك فإن 50 g تحتوي على X mol

$$\therefore X = \left(\text{عدد مولات ذرات الكربون} \right) = \frac{1 \times 50}{100} = 0.5 \text{ mol}$$

\therefore عدد ذرات الكربون $= 0.5 \times 6.02 \times 10^{23} = 3.01 \times 10^{23}$ ذرة

المول وحجم الغاز The Mole and the Volume of Gas

من المعلوم أن المادة الصلبة أو السائلة لها حجم ثابت ومحدد يمكن قياسه بطرق متعددة. أما حجم الغاز فإنه يساوى دائماً حجم الحيز أو الإناء الذي يشغله. ولكن نتيجة البحث العلمى والتجارب وجد العلماء أن المول من أى غاز إذا وضع فى الظروف القياسية من درجة الحرارة والضغط (Standard Temperature and Pressure (STP) يشغل حجماً محدداً قدره 22.4 لترًا.

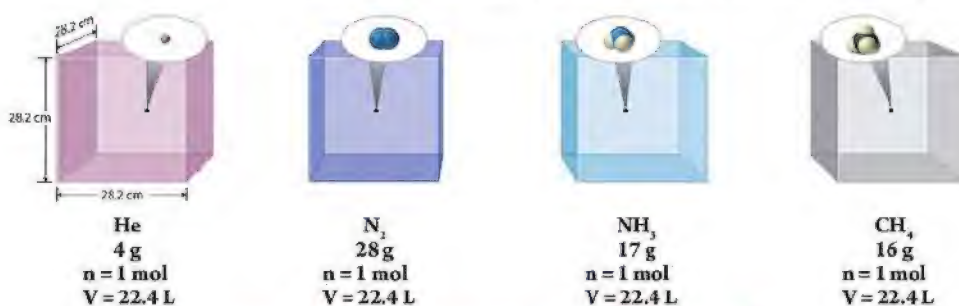


الظروف القياسية من درجة الحرارة والضغط (STP) تعنى وجود المادة فى درجة حرارة 273 كلفن والتي تعادل

0°C وضغط 760 mm.Hg وهو الضغط الجوى المعتاد 1 atm.p



هذا يعنى أن مولاً من غاز الميثان CH_4 يشغل حجماً قدره 22.4 L كما أن مولاً من غاز الأمونيا NH_3 يشغل حجماً قدره 22.4 L أيضاً بشرط أن تكون هذه الغازات فى (STP).



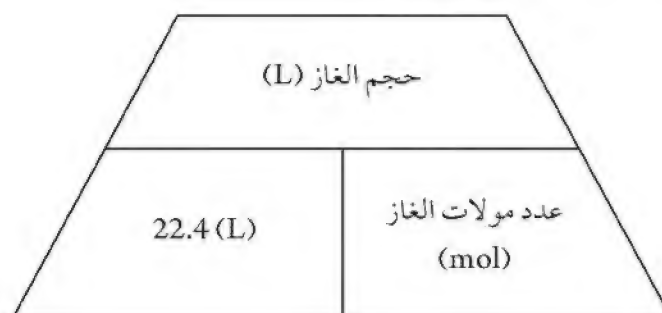
▲ شكل (٩) العلاقة بين عدد مولات الغاز وحجمه فى الظروف القياسية

قانون أفوجادرو : يتناسب حجم الغاز تناسباً طردياً مع عدد مولاته عند ثبوت الضغط ودرجة الحرارة



وبذلك يمكن التعبير عن العلاقة بين عدد مولات الغاز وحجمه في الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة كما يلي :

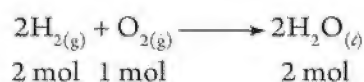
$$\text{حجم الغاز (STP)} = \text{عدد مولات الغاز} \times 22.4 \text{ L}$$



مثال:

احسب حجم الأكسجين اللازم لإنتاج 90 g من الماء عند تفاعله مع وفرة من الهيدروجين في الظروف القياسية (STP).
[O = 16 , H = 1]

الحل:



مول من الماء $\text{H}_2\text{O} = 2 \times 1 + 16 = 18 \text{ g}$
من المعادلة نجد أن :

1 mol من O_2 ← 2 mol من H_2O

X mol من O_2 ← 90 g من H_2O

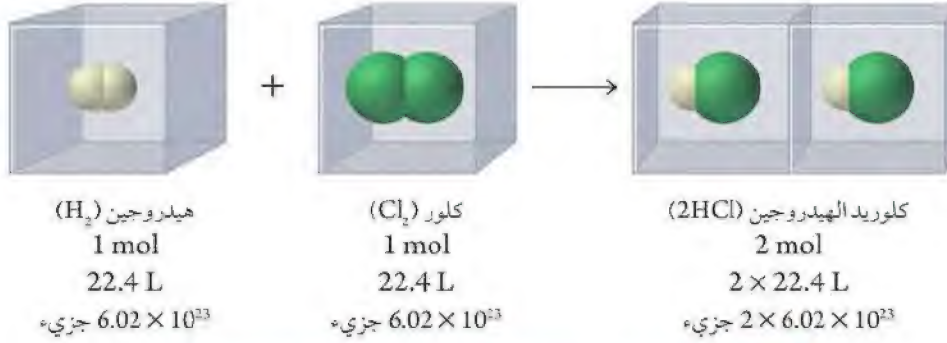
$$\therefore X = \frac{1 \times 90}{36} = \text{عدد مولات الأكسجين}$$

$$\therefore \text{حجم غاز الأكسجين} = 22.4 \times 2.5 = 56 \text{ L}$$

فرض أفوجادرو : الحجم المتساوية من الغازات المختلفة تحت نفس الظروف من الضغط ودرجة الحرارة تحتوي على أعداد متساوية من الجزيئات.



وهذا يعنى أن المول من أى غاز فى الظروف القياسية من الحرارة والضغط (STP) يشغل حجمًا قدره 22.4 L ويحتوى على 6.02×10^{23} جزيء من هذا الغاز. وإذا تضاعف عدد المولات يتضاعف الحجم ويتضاعف عدد الجزيئات أيضًا.



▲ شكل (١٠) أحجام الغازات الداخلة فى التفاعل والنتيجة منه ذات نسب محددة

مما سبق يمكننا وضع عدة مفاهيم للمول منها ما يلى :

- ✱ الكتلة الذرية أو الجزيئية أو وحدة الصيغة معبراً عنها بالجرامات.
- ✱ عدد ثابت من الجزيئات أو الذرات أو الأيونات أو وحدات الصيغة مقداره 6.02×10^{23} .
- ✱ كتلة 22.4 L من الغاز فى الظروف القياسية من الحرارة والضغط (STP).

المول : هو كمية المادة التى تحتوى على عدد أفوجادرو (6.02×10^{23}) من الذرات أو الجزيئات أو الأيونات أو وحدات الصيغة للمادة.

الفصل الثانى: حساب الصيغة الكيميائية

Calculation of Chemical Formula

نواتج التعلم

فى نهاية هذا الفصل يصبح الطالب
قادرًا على أن:

- ✶ يحسب النسبة المئوية لمكونات مادة
بالاستعانة بصيغتها الكيميائية أو
بالنتائج التجريبية.
- ✶ يستنبط الصيغة الأولية والصيغة
الجزيئية للمركب بالاستعانة بالنتائج
التجريبية.
- ✶ يحسب النسبة المئوية للنتائج الفعلية
بالنسبة للنتائج النظرية المصوب من
المعادلة الكيميائية المتزنة.

النسبة المئوية الكتلية

Mass Percent

أصبحت الملصقات الموجودة على المعلبات الغذائية أو المياه المعدنية ، وكذلك النشرات الموجودة داخل علب الأدوية شيء مهم وضرورى لتوعية المستهلكين بمكونات هذه المواد ، وعادة ما يستخدم مصطلح النسبة المئوية والذي يعنى عدد الوحدات من الجزء بالنسبة لكل 100 وحدة من الكل . وفى الحسابات الكيميائية يمكن استخدام مصطلح النسبة المئوية لحساب نسب كل مكون من مكونات عينة ما ؛ فعند حساب نسبة النيتروجين فى سماد نترات الأمونيوم NH_4NO_3 ، يجب أن نعلم كم جرامًا من النيتروجين موجودة فى 100 g من السماد ، ويمكن تحديد ذلك إما بالاستعانة بالصيغة الجزيئية للمادة أو من خلال النتائج التجريبية التى يتم الحصول عليها عمليًا.

$$\text{النسبة المئوية الكتلية للعنصر} = \frac{\text{كتلة العنصر فى العينة}}{\text{الكتلة الكلية للعينة}} \times 100\%$$



الخطوة الأولى: حساب النسبة المئوية

يمكن حساب النسبة المئوية لعنصر في مركب بمعلومية الكتلة المولية للذرة للعنصر والكتلة المولية للمركب من العلاقة :

$$\text{النسبة المئوية لعنصر} = \frac{\text{كتلة العنصر بالجرام في مول واحد من المركب}}{\text{كتلة مول واحد من المركب}} \times 100\%$$



فالكثلة المولية لنترات الأمونيوم NH_4NO_3 $4 \times (\text{H}) + 2 \times (\text{N}) + 3 \times (\text{O}) =$

$$80 \text{ g} = 4 \times 1 + 2 \times 14 + 3 \times 16 =$$

هذه الكتلة تحتوى بداخلها على $2(\text{N})$ أى $2 \times 14 = 28 \text{ g}$ من النيتروجين

$$\% \text{N} = \frac{\text{الكتلة المولية للنيتروجين (28)}}{\text{الكتلة المولية لنترات الأمونيوم (80)}} \times 100\% = 35\%$$

احسب نسبة كل من الأكسجين والهيدروجين بنفس الطريقة.

مجموع نسب العناصر المكونة للمركب لابد أن يساوى 100 ، ففى نترات الأمونيوم نجد أن نسبة

$$100\% = (35\%) + \text{نسبة الأكسجين (60\%)} + \text{نسبة الهيدروجين (5\%)}$$

الخطوة الثانية

يمكن حساب كتلة العنصر في مركب بمعلومية النسبة المئوية له فى هذا المركب.



يمكن حساب عدد مولات كل عنصر فى المركب بمعلومية النسبة المئوية له والكتلة المولية للمركب.

مثال:

احسب عدد مولات الكربون فى مركب عضوى يحتوى على كربون وهيدروجين فقط. إذا علمت أن

نسبة الكربون فى هذا المركب هى 85.71 % والكتلة المولية لهذا المركب 28 g ($\text{C} = 12, \text{H} = 1$)

الحل:

$$\text{كتلة الكربون} = \frac{\text{نسبة الكربون} \times \text{الكتلة المولية للمركب}}{100\%} = \frac{28 \times 85.71\%}{100\%} = 24 \text{ g}$$

$$\therefore \text{عدد مولات الكربون} = \frac{24}{12} = 2 \text{ mol}$$



شكري واستمتع

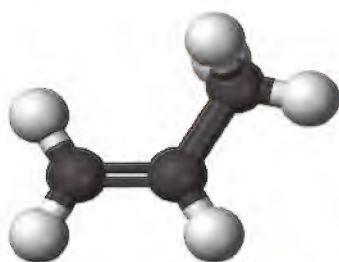
في المثال السابق احسب عدد مولات الهيدروجين ثم استنتج الصيغة الكيميائية لهذا المركب.



حساب الصيغة الكيميائية

تنقسم الصيغ الكيميائية إلى عدة أنواع هي الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية والصيغة البنائية ، ويمكن استخدام الحساب الكيميائي في التعبير عن كل من الصيغة الأولية والصيغة الجزيئية.

الصيغة الأولية Empirical Formula : هي صيغة تعبر عن أبسط نسبة عددية بين ذرات العناصر التي يتكون منها جزيء المركب.



▲ شكل (١١) البروبيلين

وهي عملية إحصاء نسبي لعدد الذرات أو مولات الذرات في الجزيئات أو وحدات الصيغة لمركب.

مثال : الصيغة الجزيئية المعبرة عن مركب البروبيلين هي C_3H_6 وهي تعني أن الجزيء يتركب من 6 ذرات هيدروجين و 3 ذرات كربون ، أي بنسبة 6 (H) : 3 (C) وإذا قمنا بتبسيط هذه النسبة إلى أقل قيمة صحيحة ممكنة بالقسمة على المعامل (3) تصبح النسبة 2 (H) : 1 (C) وبذلك تكون الصيغة الأولية لهذا المركب هي CH_2

ملاحظة

الصيغة الأولية في هذه الحالة لا تعبر عن التركيب الحقيقي للجزيء ، ولكنها توضح فقط أبسط نسبة بين مكوناته.



في بعض الأحيان تعبر الصيغة الأولية عن الصيغة الجزيئية أيضًا مثل جزيء أول أكسيد الكربون CO أو أكسيد النيتريك NO

قد تشترك عدة مركبات في صيغة أولية واحدة مثل الأسيتيلين C_2H_2 والبنزين العطري C_6H_6 ، حيث أن الصيغة الأولية لهما هي (CH)

يمكن حساب الصيغة الأولية للمركب بمعلومية النسبة المئوية للعناصر المكونة له على اعتبار أن هذه النسبة تمثل كتل هذه العناصر الموجودة في كل 100 g من المركب.



مثال:

احسب الصيغة الأولية لمركب يحتوى على نيتروجين بنسبة 25.9% وأكسجين بنسبة 74.1% علمًا بأن

$$(N = 14, O = 16)$$

الحل:

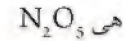
$$\text{عدد مولات النيتروجين} = \frac{25.9}{14} = 1.85 \text{ mol}$$

$$\text{عدد مولات الأكسجين} = \frac{74.1}{16} = 4.63 \text{ mol}$$

النسبة بين عدد مولات O : عدد مولات N هي 4.63 : 1.85 وبالقسمة على أصغرهما لإيجاد نسب بسيطة بين عدد المولات :

$$\begin{array}{ccc} N & : & O \\ \frac{1.85}{1.85} & : & \frac{4.63}{1.85} \\ 1 & : & 2.5 \end{array}$$

ولاتزال هذه النسبة لا تعبر عن صيغة أولية ، ولكن بالضرب فى المعامل (2) تصبح الصيغة الأولية



الصيغة الجزيئية Molecular Formula : هى صيغة رمزية لجزيء العنصر أو المركب أو وحدة الصيغة تعبر عن النوع والعدد الفعلى للذرات أو الأيونات التى يتكون منها هذا الجزيء، أو الوحدة.

يمكن حساب الصيغة الجزيئية لمركب بمعلومية الكتلة المولية له وحساب الصيغة الأولية ، ثم بالضرب فى عدد وحدات الصيغة الأولية.

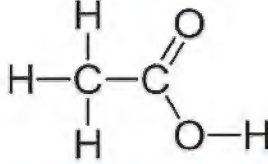
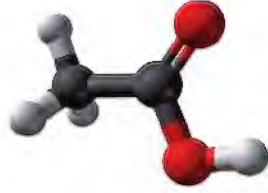
تذكر:

$$\text{عدد وحدات الصيغة الأولية} = \frac{\text{الكتلة المولية للمركب}}{\text{الكتلة المولية للصيغة الأولية}}$$



مثال:

أثبت التحاليل الكيميائية أن حمض الأسيتيك (حمض الخليك) يتكون من كربون بنسبة 40 % وهيدروجين بنسبة 6.67% وأكسجين بنسبة 53.33% فإذا كانت الكتلة المولية الجزيئية له 60 g. استنتج الصيغة الجزيئية للحمض علمًا بأن (C = 12, H = 1, O = 16)



▲ شكل (١٢) حمض الأسيتيك

C	H	O
$\frac{40}{12}$	$\frac{6.67}{1}$	$\frac{53.33}{16}$
3.33	6.67	3.33

✳ حساب عدد المولات =

بالقسمة على أصغر عدد من المولات

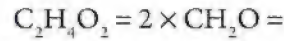
✳ النسبة بين عدد المولات = 1 : 2 : 1

✳ الصيغة الأولية = C H₂ O

✳ حساب الكتلة الجزيئية للصيغة الأولية = 30 = 12 + 2 × 1 + 16

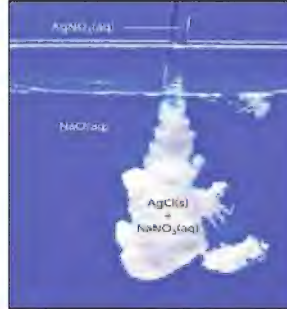
✳ حساب عدد وحدات الصيغة الأولية = $2 = \frac{60}{30}$

✳ الصيغة الجزيئية للمركب = الصيغة الأولية × عدد الوحدات



النتائج الفعلية والنتائج النظرية

البحث وفهمناك



▲ شكل (١٣) راسب أبيض من AgCl

أذيب 20 g من ملح كلوريد الصوديوم في كمية كافية من الماء ، ثم أضيف إليها محلول نترات الفضة فترسب 45 g من كلوريد الفضة.

✳ هل يمكن بطريقة حسابية التأكد من صحة هذه النتائج ؟

✳ إذا كان هناك اختلاف بين النتائج المحسوبة والنتائج الفعلية.

فما تفسيرك لذلك ؟



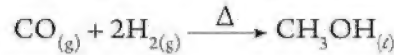
عند إجراء تفاعل كيميائي للحصول على مادة كيميائية معينة فإن معادلة التفاعل تحدد نظرياً كميات ما يمكن الحصول عليه من المادة الناتجة وما يلزم من المواد المتفاعلة بوحدة المولات أو الجرامات أو غيرها. ولكن عملياً - وبعد إتمام عملية التفاعل - فإن الكمية التي نحصل عليها والتي تسمى بالنتائج الفعلية **Practical Yield** تكون عادة أقل من الكمية المحسوبة والمتوقعة نظرياً. وأسباب ذلك كثيرة مثل أن تكون المادة الناتجة متطايرة فيتسرب جزءاً منها. وكذلك ما قد يلتصق منها بجدران آنية التفاعل. إضافة إلى أسباب أخرى مثل حدوث تفاعلات جانبية منافسة تستهلك المادة الناتجة نفسها أو أن المواد المستخدمة في التفاعل ليست بالنقاء الكافي، وتسمى الكمية المحسوبة أو المتوقعة اعتماداً على معادلة التفاعل بالنتائج النظرية **Theoretical Yield**.

ويمكن حساب النسبة المئوية للنتائج الفعلية من العلاقة التالية :

$$\text{النسبة المئوية للنتائج الفعلية} = \frac{\text{النتائج الفعلية}}{\text{النتائج النظرية}} \times 100\%$$

مثال:

يُنتج الكحول الميثيلي تحت ضغط عالي من خلال التفاعل التالي :



فإذا نتج 6.1 g من الكحول الميثيلي من تفاعل 1.2 g من الهيدروجين مع وفرة من أول أكسيد الكربون. احسب النسبة المئوية للنتائج الفعلية. [C = 12, O = 16, H = 1]

الحل:

الكتلة المولية الجزيئية $\text{CH}_3\text{OH} = 12 + 16 + 4 \times 1 = 32 \text{ g}$

2 mol من H_2 $\xrightarrow{\text{نتج}}$ 1 mol من CH_3OH

4 g $\xrightarrow{\text{نتج}}$ 32 g

1.2 g $\xrightarrow{\text{نتج}}$ X g

∴ (كتلة CH_3OH النظرية) $\times \frac{32 \times 1.2}{4} = 9.6 \text{ g}$

∴ النسبة المئوية للنتائج الفعلية $= 100 \times \frac{6.1}{9.6} = 63.54 \%$

الباحثون قاموا

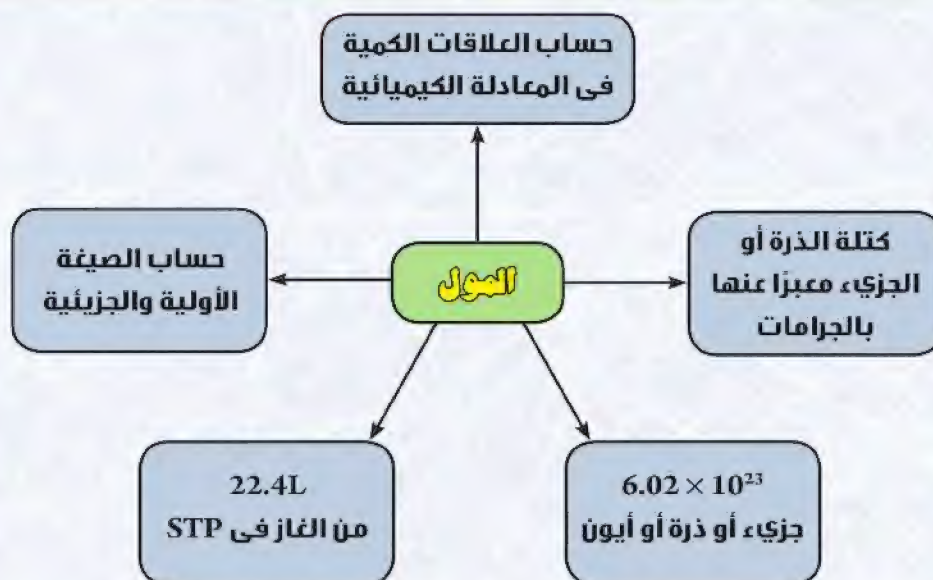
تعاون مع مجموعة من زملائك في عمل بحث عن المول واستخداماته في الحسابات الكيميائية. استعن في ذلك بشبكة المعلومات (الإنترنت) وبعض المراجع الموجودة في مكتبة المدرسة.

<https://m>

المصطلحات الأساسية في الباب الثاني

- ✧ **المعادلة الكيميائية** : تعبر عن الرموز والصيغ الكيميائية للمواد المتفاعلة والنواتج من التفاعل وشروط التفاعل.
- ✧ **عدد أفوجادرو** : هو عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات في مول واحد من المادة .
- ✧ **المول** : كمية المادة التي تحتوى على عدد أفوجادرو من الذرات أو الجزيئات أو الأيونات أو وحدات الصيغة للمادة.
- ✧ **الصيغة الأولية** : هي صيغة تعبر عن أبسط نسبة عددية بين ذرات العناصر التي يتكون منها جزيء المركب.
- ✧ **الصيغة الجزيئية** : هي صيغة رمزية لجزيء العنصر أو المركب أو وحدة الصيغة تعبر عن النوع والعدد الفعلي للذرات أو الأيونات التي يتكون منها هذا الجزيء أو الوحدة.
- ✧ **الناتج النظري** : هو كمية المادة المحسوبة اعتماداً على معادلة التفاعل.
- ✧ **الناتج الفعلي** : هو كمية المادة التي نحصل عليها عملياً من التفاعل.

مخطط تفصيلي للباب الثاني





أنشطة وأسئلة الباب الثاني

الفصل الأول: المول والمعادلة الكيميائية

نشاط معمل: المول والمعادلة الكيميائية

خطوات إجراء النشاط :

- ✱ أحضر بوتقة وعين كتلتها.
- ✱ زن 2.4 g ماغنسيوم.
- ✱ أشعل الماغنسيوم ثم ضعه سريعاً داخل دورق مخروطي مملوء بالأكسجين النقي حتى تمام الاشتعال والتحول إلى أكسيد ماغنسيوم.
- ✱ عين كتلة أكسيد الماغنسيوم الناتج. ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة :

- ✱ احسب كتلة الأكسجين المستخدم في هذا التفاعل.

- ✱ عبر عن التفاعل بمعادلة رمزية موزونة باستخدام الحساب الكيميائي. علماً بأن [Mg = 24 , O = 16]

- ✱ احسب كتلة الماغنسيوم اللازم للحصول على 120 g أكسيد ماغنسيوم.

- ✱ استخدم العلاقة بين المول وكتلة المادة في حساب عدد مولات 160 g أكسيد ماغنسيوم.

الاستنتاج :

- ✱ ما أهم الاستنتاجات التي توصلت إليها من خلال نتائج هذه التجربة ؟

السلامة والسلامة



الهدف من النشاط



- ✗ يعبر عن التفاعل الكيميائي بمعادلة رمزية موزونة باستخدام الحساب الكيميائي.

المهارات المتوقعة



- ✗ استخدام أدوات المعمل - الملاحظة - تسجيل البيانات - الاستنتاج.

المواد والأدوات المستخدمة



- ✗ بوتقة - ماغنسيوم - لهب بقرن - ميزان رقمي - دورق به أكسجين محضر حديثاً.



نشاط معمل : وحدة المول ومشتقاتها



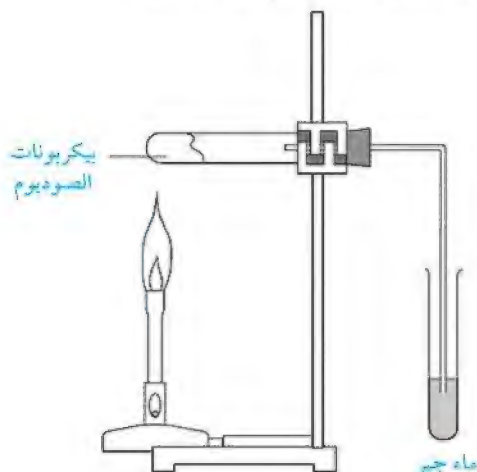
خطوات إجراء النشاط :

بالتعاون مع اثنين من زملائك قم بتنفيذ إجراءات النشاط التالي ،
ثم قارن بين النتائج والملاحظات والاستنتاجات التي حصلت عليها ،
والتي حصلت عليها باقي المجموعات بالفصل :

- ✳ أحضر أنبوبة اختبار نظيفة وجافة وعين كتلتها.
- ✳ ضع بها كمية قليلة من صودا الخبيز (بيكربونات الصوديوم) ثم عين كتلتها مرة أخرى ثم سدها بسداد محكم ينفذ منها أنبوبة توصيل تنتهي من الطرف الآخر داخل أنبوبة اختبار بها قليل من ماء الجير .
- ✳ سخن الأنبوبة على اللهب تسخينًا هينًا في البداية ثم بشدة لمدة عشر دقائق. ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة :

- ✳ كرر العمل السابق عدة مرات وفي كل مرة اختبر الغاز المتصاعد بواسطة ماء الجير حتى تنحل بيكربونات الصوديوم تمامًا ، حيث نستدل على ذلك من خلال عدم تعكر ماء الجير .



السلامة والسلامة



الاحتياطات

- ✓ بحسب كمية المواد المتفاعلة بطريقة عملية.
- ✓ بحسب عدد جزيئات مادة باستخدام العلاقة بين المول وعدد أفوجادرو.
- ✓ بحسب حجم غاز في الظروف القياسية من درجة الحرارة والضغط بمعلومية عدد مولات الغاز.

المهارات المرتبطة

- ✓ الملاحظة - التفسير - تسجيل البيانات - التحليل - الاستنتاج.

المواد والأدوات المستخدمة

- ✓ صودا الخبيز (بيكربونات الصوديوم)
- لهب بنّون - ميزان رقمي - ساعة
- ماء جير - أنابيب توصيل - أنابيب اختبار.



✳ اترك الأنبوبة لتبرد ، ثم عين كتلتها بما تحتويه من نواتج بعد نزع السدادة وأنابيب التوصيل.

✳ قارن كتلة الأنبوبة في الخطوة الثانية وكتلتها في الخطوة الخامسة . ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة :

✳ إذا علمت أن بيكربونات الصوديوم تنحل حراريًا وتعطي كربونات صوديوم ويتصاعد غاز ثاني أكسيد

الكربون وبخار ماء. فسّر هذه الملاحظة .

التفسير :

✳ استخدم الحساب الكيميائي في كتابة المعادلة الرمزية المعبرة عن التفاعل السابق. علمًا بأن

$$[\text{Na} = 23 , \text{C} = 12 , \text{O} = 16 , \text{H} = 1]$$

✳ احسب كتلة صودا الخبيز (بيكربونات الصوديوم) الداخلة في التفاعل السابق.

✳ احسب عدد جزيئات بخار الماء الناتجة من هذا التفاعل.

✳ احسب حجم غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج من هذا التفاعل في (STP)

✳ احسب عدد مولات كربونات الصوديوم الناتجة عند تسخين 53 g من صودا الخبيز حتى تمام انحلالها.

✳ حلّل ما توصّلت إليه من نتائج ثم دون أهم استنتاجاتك.

التحليل والاستنتاج :





أسئلة تقويمية

استخدم الكتل الذرية التالية عند الحاجة إليها :

Na = 23	S = 32	N = 14	H = 1	O = 16	C = 12
Fe = 56	Al = 27	Ca = 40	Mg = 24	P = 31	Cl = 35.5

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة :

١. عدد مولات الماء الموجودة في 36 g منه مول.
 - أ. 1
 - ب. 2
 - ج. 2.5
 - د. 0.5
٢. عدد جزيئات ثاني أكسيد الكبريت الموجودة في 128 g منه تساوي جزيء.
 - أ. 2×10^{23}
 - ب. 6.02×10^{23}
 - ج. 3.01×10^{23}
 - د. 12.04×10^{23}
٣. عدد أيونات الصوديوم الناتجة من إذابة 40 g من NaOH في الماء تساوي أيون.
 - أ. 2
 - ب. 6.02×10^{23}
 - ج. 3.01×10^{23}
 - د. 12.04×10^{23}
٤. حجم 4 g من الهيدروجين في الظروف القياسية (STP) يساوي لتر.
 - أ. 2
 - ب. 22.4
 - ج. 44.8
 - د. 89.6
٥. يتناسب حجم الغاز تناسباً طردياً مع عدد مولاته عند ثبوت الضغط ودرجة الحرارة
 - أ. قانون أفوجادرو
 - ب. قانون بقاء المادة
 - ج. فرض أفوجادرو
 - د. قانون بقاء الكتلة



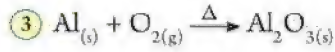
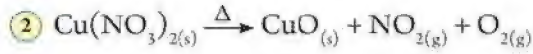
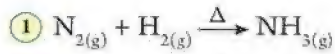


ثانيًا : عبر عن التفاعلات التالية في صورة معادلات أيونية موزونة :

① محلول كلوريد الصوديوم + محلول نترات فضة —————> محلول نترات صوديوم + راسب أبيض من كلوريد الفضة.

② حمض نيتريك + محلول هيدروكسيد بوتاسيوم —————> محلول نترات بوتاسيوم + ماء سائل

ثالثًا : أعد كتابة المعادلات التالية بعد وزنها :



رابعًا : فسر :

① الحجم الذي يشغله 26 g من الايثيلين C_2H_2 في الظروف القياسية (STP) مساوٍ للحجم الذي يشغله 2 g من الهيدروجين في نفس الظروف.

② اختلاف الكتلة المولية للفوسفور باختلاف الحالة الفيزيائية له.

③ اللتر من غاز الأكسجين يحتوى على نفس العدد من الجزيئات التي يحتويها اللتر من غاز الكلور في STP.





الباب الثاني الكيمياء، الكمية

خامسًا: حل المسائل التالية :

١) احسب عدد أيونات الصوديوم التي تنتج من إذابة 117 g من كلوريد الصوديوم في الماء.

.....

.....

٢) احسب كتلة كربونات الكالسيوم اللازمة لإنتاج 5.1 L من غاز ثاني أكسيد الكربون بناء على التفاعل :



.....

.....

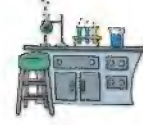


الأنشطة والتدريبات - الباب الثاني



الفصل الثاني : حساب الصيغة الكيميائية

نشاط معمل : النسبة المئوية الكتلية والصيغة الجزيئية



خطوات إجراء النشاط :

- ✳ عين كتلة البوتقة فارغة بعد تنظيفها وتجفيفها ولتكن m .
- ✳ ضع في البوتقة عينة من كبريتات النحاس المتهدرة وعين كتلة البوتقة مرة أخرى (m_1).
- ✳ سخن البوتقة على اللهب لمدة 15 : 20 دقيقة. ثم أبعدها عن اللهب واتركها لتبرد حتى تصل إلى درجة حرارة الغرفة وعين كتلتها ، ولتكن (m_2).
- ✳ كرر الخطوة السابقة مرة أخرى وعين كتلة البوتقة ، ولتكن (m_3).
- ✳ إذا كانت m_3 لا تساوي m_2 فكرر الخطوة (3) عدة مرات حتى تثبت الكتلة تمامًا ، ولتكن (m_4).
- ✳ قارن بين m_1 , m_2 ماذا تلاحظ ؟ وما تفسيرك لذلك ؟

الملاحظة :

التفسير :

- ✳ عين النسبة المئوية لماء التهذرت.



الأمان والسلامة

⚠

⚠ ⚠ ⚠ ⚠

الحذف من النشاط

✳ حساب النسبة المئوية لماء التهذرت في عينة متهدرة عملياً.

✳ حساب الصيغة الأولية والجزيئية عملياً.

✳ حساب النسبة المئوية للنواتج الفعلي بالنسبة للنواتج النظرية.

المهارات المرجح استخدامها

✳ استخدام الأدوات - الملاحظة - القياس - استخدام العلاقات الرياضية - التحليل.

المواد والأدوات المستخدمة

✳ حامل - حلقة معدنية - مثلث حراري - ماسك - بوتقة - لهب بترن - ميزان رقمي - أنابيب اختبار - محلول هيدروكسيد صوديوم - ورق ترشيح عديم الزماد.





الباب الثاني الكيمياء الكمية

✧ احسب عدد مولات كبريتات النحاس الجافة (بعد التسخين) ، علماً بأن $[Cu = 63.5, S = 32, O = 16]$

✧ احسب عدد مولات الماء المتطاير ، علماً بأن $[H = 1, O = 16]$.

✧ اتبع خطوات حساب الصيغة الجزيئية التي درستها حتى تحصل على الصيغة الجزيئية لملح كبريتات النحاس المتهدرت ، وذلك باعتبار الماء وكبريتات النحاس الجافة هي العناصر الأولية لهذه الصيغة.
الصيغة الجزيئية :

✧ أذب ملح كبريتات النحاس الجاف في كمية من الماء لتكوين محلول منه.

✧ أضف قليلاً من محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول الملح. ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة :

✧ عبر عن التفاعل السابق بمعادلة رمزية موزونة ، ثم حدّد اسم الراسب المتكون.

✧ استمر في إضافة محلول NaOH حتى تلاحظ عدم زيادة في كمية الراسب المتكون ثم رشح الراسب على ورق ترشيح عديم الرماد لفصله عن المحلول.

✧ جفف الراسب جيداً بتسخينه داخل بوتقة نظيفة معلومة الكتلة ، ثم عين كتلته ولتكن (m_3) .

✧ احسب كتلة الراسب المتوقع تكونها نظرياً ولتكن (m_4) ، ثم قارن بين m_3 ، m_4 ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة :

✧ احسب نسبة الناتج الفعلي إلى الناتج النظري.

النسبة =

التحليل :

✧ حلل النتائج السابقة.



٥٧

الأنشطة والتدريبات - الباب الثاني



نشاط معمل : الناتج الفعلى والناتج النظرى

خطوات إجراء النشاط :

- ✱ نظف البوتقة جيداً ، ثم عين كتلتها .
- ✱ باستخدام الميزان الرقعى عين كتلة 7 g من برادة الحديد وضعها فى البوتقة .
- ✱ عين كتلة 4g من الكبريت وضعها فى نفس البوتقة ، ثم عين كتلة الخليط .
- ✱ سخن الخليط على لهب بنزن حتى يتحول إلى اللون الأسود .
- ✱ اترك الناتج ليبرد ثم عين كتلته . ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة :

- ✱ عبر عن التفاعل السابق بمعادلة كيميائية موزونة .
- ✱ احسب كتلة كبريتيد الحديد (FeS) المتوقع الحصول عليها من هذا التفاعل باستخدام المعادلة علماً بأن [Fe = 56 , S = 32]
- ✱ عين النسبة المئوية للناتج الفعلى .
- ✱ ما تفسيرك لحدوث تغير فى الناتج الفعلى عن الناتج النظرى المحسوب ؟

التفسير :



الأمان والسلامة

⚠️

🧴 🚫 🧤 🧴

الهدف من النشاط

✓ يحسب النسبة المئوية للناتج الفعلى .

✓ يفسر التغير الحادث فى الناتج الفعلى عن الناتج النظرى .

المهارات المرجو اكتسابها

✓ استخدم الأدوات - الحساب الكيميائى

- الملاحظة - التفسير - الاستنتاج .

المواد والأدوات المستخدمة

✓ بوتقة - برادة الحديد - مسحوق كبريت - لهب بنزن - ميزان رقعى - ماسك .





أسئلة تقويمية

استخدم الكتل الذرية التالية عند الحاجة إليها :

Cl = 35.5	O = 16	C = 12	H = 1	Ca = 40
S = 32	Ba = 137	Na = 23	Fe = 56	

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة :

- ١) الصيغة الأولية للمركب $C_4H_8O_2$ هي
 أ. $C_4H_4O_2$ ب. C_2H_4O
 ج. $C_2H_8O_2$ د. C_4H_8O
- ٢) عدد وحدات الصيغة الأولية للمركب $C_2H_2O_4$
 أ. 1 ب. 2
 ج. 3 د. 4
- ٣) كتلة CaO الناتجة من انحلال 50 g من كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ حرارياً g
 أ. 28 ب. 82
 ج. 96 د. 14
- ٤) حجم الهيدروجين اللازم لإنتاج 11.2 L من بخار الماء في (STP) هو لتر
 أ. 22.4 ب. 44.8
 ج. 11.2 د. 68.2
- ٥) إذا كانت الصيغة الأولية لمركب ما هي CH_2 والكتلة المولية الجزيئية له 56 فإن الصيغة الجزيئية لهذا المركب تكون
 أ. C_2H_4 ب. C_3H_6
 ج. C_4H_8 د. C_5H_{10}





ثانيًا : حل المسائل التالية :

- ١) احسب نسبة الحديد الموجودة في خام السدرت FeCO_3 .
- ٢) احسب النسبة المئوية الكتلية للعناصر المكونة لسكر الجلوكوز $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.
- ٣) استنتج الصيغة الجزيئية لمركب عضوي الكتلة المولية له 70 g إذا علمت أنه يحتوى على كربون بنسبة 85.7 % وهيدروجين بنسبة 14.3 %
- ٤) ترسب 39.4 g من كبريتات الباريوم الصلب BaSO_4 عند تفاعل 40 g من محلول كلوريد الباريوم BaCl_2 مع وفرة من محلول كبريتات البوتاسيوم. احسب النسبة المئوية للنتائج الفعلية.

ثالثًا : اكتب المصطلح العلمي :

- ١) صيغة تعبر عن العدد الفعلي للذرات أو الأيونات المكونة للجزئ أو وحدة الصيغة.
- ٢) كمية المادة التي نحصل عليها عمليًا من التفاعل.
- ٣) صيغة تعبر عن أبسط نسب للأعداد الصحيحة بين ذرات العناصر المكونة للمركب.
- ٤) كمية المادة المحسوبة اعتمادًا على معادلة التفاعل.





أسئلة مراجعة الباب الثاني

Cl = 35.5	Ag = 108	Na = 23	N = 14	H = 1	O = 16	C = 12
-----------	----------	---------	--------	-------	--------	--------

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة :

١) تقدر كتل الجسيمات الذرية بوحدة الكتلة الذرية (a m u) وهي تساوى جرام.

أ. 6.02×10^{23} ب. 1.66×10^{-24}

ج. 6.02×10^{-24} د. 1.66×10^{23}

٢) الوحدة المستخدمة في النظام الدولي SI للتعبير عن كمية المادة هي

أ. المول ب. الجرام

ج. الكيلو جرام د. وحدة الكتلة الذرية a m u

٣) عدد جرامات 44.8 L من غاز النشادر NH_3 في (STP) تساوى جرام.

أ. 2 ب. 17

ج. 0.5 د. 34

٤) إذا احتوت كمية من الصوديوم على 3.01×10^{23} ذرة فإن كتلة هذه الكمية تساوى جرام.

أ. 11.5 ب. 23

ج. 46 د. 0.5

٥) إذا كانت الصيغة الجزيئية لفيتامين (C) هي $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ فإن الصيغة الأولية له تكون

أ. $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$ ب. $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$

ج. $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_3$ د. $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$

٦) يجب أن تكون المعادلة الكيميائية موزونة تحقيقاً لقانون

أ. أفوجادرو ب. بقاء الطاقة

ج. بقاء الكتلة د. جاي لوساك





٧ نصف مول من ثاني أكسيد الكربون CO_2 عبارة عن جرام.

أ. 44 ب. 22

ج. 88 د. 66

٨ الصيغة الأولية CH_2O تعبر عن الصيغة الجزيئية

أ. HCHO ب. CH_3COOH

ج. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ د. جميع ما سبق

٩ عند تفاعل 64 g من الأكسجين مع وفرة من الهيدروجين فإن حجم بخار الماء الناتج في STP يكون لتر

أ. 22.4 ب. 44.8

ج. 11.2 د. 89.6

١٠ المركب الهيدروكربوني الناتج من ارتباط 0.1 mol من ذرات الكربون مع 0.4 mol من ذرات الهيدروجين تكون صيغته الجزيئية

أ. C_2H_4 ب. C_4H_8

ج. CH_4 د. C_3H_4

ثانيًا : اكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات التالية :

- ١ طريقة للتعبير عن رموز وصيغ وكميات المواد المتفاعلة والنتيجة وشروط التفاعل.
- ٢ الكتلة الذرية أو الجزيئية أو الأيونية أو وحدات الصيغة معبراً عنها بالجرامات.
- ٣ عدد ثابت يعبر عن عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات في مول واحد من المادة.
- ٤ صيغة تعبر عن العدد الفعلي للذرات أو الأيونات التي يتكون منها الجزيء.
- ٥ كمية المادة التي نحصل عليها عملياً من التفاعل الكيميائي.
- ٦ مجموع كتل الذرات المكونة للجزيء.
- ٧ يتناسب حجم الغاز تناسباً طردياً مع عدد مولاته عند ثبوت الضغط ودرجة الحرارة.
- ٨ الحجم المتساوية من الغازات في نفس الظروف من الضغط ودرجة الحرارة تحتوى نفس عدد الجزيئات.





الباب الثاني
الكيمياء، الكمية

- ٩ صيغة تعبر عن أبسط نسب للأعداد الصحيحة بين ذرات العناصر المكونة للمركب.
١٠ كمية المادة المحسوبة اعتماداً على معادلة التفاعل.

ثالثاً : حل المسائل التالية :

- ١ احسب الصيغة الجزيئية لمركب يحتوى على كربون بنسبة % 85.7 وهيدروجين بنسبة % 14.3 والكتلة الجزيئية له 42
٢ ترسب 130 g من كلوريد الفضة عند تفاعل مول كلوريد صوديوم مذاباً في الماء مع محلول نترات الفضة. احسب كل من :
أ. النسبة المئوية للنتاج الفعلى.
ب. احسب عدد أيونات الصوديوم الناتجة من هذا التفاعل.
٣ احسب عدد مولات 144 g من الكربون.
٤ احسب حجم غاز الهيدروجين وعدد أيونات الصوديوم الناتج من تفاعل 23 g صوديوم مع كمية وافرة من الماء في الظروف القياسية تبعاً للمعادلة :



- ٥ احسب حجم مول من الفوسفور في الحالة البخارية عند (STP). ثم احسب عدد الذرات في هذا الحجم.

رابعاً : علل :

- ١ عدد جزيئات 9 g من الماء (H₂O) مساوٍ لعدد جزيئات 39 g من البنزين العطري C₆H₆.
٢ يجب أن تكون المعادلة الكيميائية موزونة.
٣ الناتج الفعلى أقل دائماً من الناتج المحسوب من المعادلة.
٤ تختلف الكتلة المولية للكبريت الصلب عن الكتلة المولية له في الحالة البخارية.



الأهداف العامة للباب الثالث :

في نهاية هذا الباب يُصبح الطالب قادرًا على أن :

- يشرح المقصود بالمحلول ويميز بين أنواع المحاليل بتجارب عملية.
- يصف عملية الذوبان والعوامل المؤثرة عليها والتغيرات الحرارية المصاحبة لها.
- يعبر عن تركيز المحاليل بالطرق المختلفة.
- يحسب تركيز المحلول بإحدى وحدات التركيز.
- يتعرف على الخواص العامة للمحاليل "صلب في سائل".
- يمثل العلاقة البيانية بين تركيز المحلول والضغط البخاري والتغير في درجة غليانه وتجمده.
- يقارن بين المحاليل الغروية والحقيقية من حيث حجم مكوناتها.
- يحضر بعض الغرويات البسيطة ويوضح أهميتها في استخدامات حياتية.
- يشرح المقصود بكل من الحمض والقاعدة وتصنيفاتها.
- يقارن بين النظريات المختلفة لتعريف الحمض والقاعدة.
- يميز بين الأحماض والقواعد باستخدام الأدلة ومقياس الأس الهيدروجيني.
- يتعرف طرق تكوين الأملاح وتسميتها والأس الهيدروجيني لمحاليلها.

الباب الثالث

فصول الباب الثالث :



١ المحاليل والغرويات



٢ الأحماض والقواعد

القضايا المتضمنة : حسن استغلال الموارد

إذا أمعنت النظر في البيئة من حولك تجد أنك تعيش في عالم من المحاليل،
 فالهواء الذى تتنفسه هو محلول ضخم من الغازات كما أن البحار
 والمحيطات هي محاليل مائية لعدد كبير من الأملاح
 الذائبة، كذلك الصخور والمعادن الموجودة في القشرة
 الأرضية هي محاليل صلبة. وخلايا الكائنات
 الحية تحتوى على الماء بما يحتويه من مواد
 ذائبة تعتبر محاليل. وهناك أنواع كثيرة من
 المحاليل منها ما هو حمضى مثل العصائر
 والموالح، ومنها ما هو قلوئى مثل ماء
 البحر والمنظفات السائلة. لذلك
 فمن الضروري أن نعرف شيئاً عن
 المحاليل حتى نفهم العالم الذى
 نعيش فيه والكائنات الحية التى
 تسكنه.

المحاليل والأحماض والقواعد

Solutions - Acids and Bases

المصطلحات الأساسية:

Solution	المحلول
Mixture	المخلوط
Colloids	الفرويات
Homogenous	متجانس
Heterogeneous	غير متجانس
Saturated	مشبع
Concentration	التركيز
Molarity	المولارية
Molality	المولالية
Percentage	النسبة المئوية
Acid	الحمض
Base	القاعدة
Alkali	القلوى
Salt	الملح
Indicator	الكاشف (الدليل)

الفصل الأول : المحاليل والغرويات

Solutions and Colloids

نشاط التعلم

في نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادراً على أن:

- ✍ يشرح المقصود بالمحلول ويميز بين أنواع المحاليل بتجارب عملية.
- ✍ يصف عملية الذوبان (صلب في سائل) والعوامل المؤثرة عليها والتغيرات الحرارية المصاحبة لها.
- ✍ يعبر عن تركيز المحاليل بالطرق المختلفة.
- ✍ يحسب تركيز محلول مستخدماً المعطيات.
- ✍ يتعرف على الخواص العامة للمحاليل « الصلب في سائل » (الضغط البخاري - درجة الغليان - درجة التجمد).
- ✍ يمثل العلاقة البيانية بين تركيز المحلول والضغط البخاري والتغير في درجة تجمده أو غليانه.
- ✍ يفرق بين المحاليل والأنظمة الغروية.
- ✍ يحضر بعض الغرويات البسيطة.
- ✍ يوضح أهمية الغرويات في استخدامات حياتية.

عند إضافة ملح الطعام أو كلوريد الكوبلت II أو السكر إلى الماء فإنها تذوب ويتنتج عنها مخلوط متجانس يسمى محلولاً في حين لا يذوب كل منها في الكيروسين ، ويمكن تمييز كل مكون عن الآخر ؛ لذلك يكون غير متجانس ، وتسمى بالمعلقات. أما إذا جمع الخليط بين صفات المحلول والمعلق فإنه يسمى بالغروي ، والذي يمكن تمييز مكوناته باستخدام الميكروسكوب مثل اللبن والدم والأيروسولات وجل الشعر ومستحلب المايونيز.



▲ شكل (٢) الزيت في الماء معلق



▲ شكل (١) كلوريد الكوبلت II في الماء محلول



▲ شكل (٣) اللبن غروي



Solutions المحاليل

المحاليل ضرورية في العمليات الحيوية التي تحدث في الكائنات الحية ، وأحيانا ما تكون شرطاً أساسياً لحدوث تفاعلات كيميائية معينة ، إذا قمت بتحليل أى عيتين من نفس المحلول ستجد أنهما يحتويان نفس المواد بنفس الكميات ، وهو ما يؤكد التجانس داخل المحلول ، والدليل على ذلك المذاق الحلو لمحلول السكر في الماء في أى جزء من أجزائه .

Solution المحلول : هو مخلوط متجانس من مادتين أو أكثر .

وعادة ما يطلق على المكون الغالب الذى له النسبة الأكبر اسم المذيب **Solvent** بينما المكون ذو النسبة الأصغر يعرف باسم المذاب **Solute** .

أنواع المحاليل Types of Solutions :

يعتقد البعض أن كلمة محلول مرتبطة دائماً بالحالة السائلة للمادة ، ولكن تصنف المحاليل تبعاً للحالة الفيزيائية للمذيب كما يوضحها الجدول التالي :

نوع المحلول	حالة المذاب	حالة المذيب	أمثلة
غاز	غاز	غاز	الهواء الجوي - الغاز الطبيعي
سائل	غاز	سائل	المشروبات الغازية - الأكسجين الذائب في الماء
	سائل		الكحول في الماء - الإيثيلين جليكول (مضاد التجمد) في الماء
	صلب		السكر أو الملح في الماء
صلب	غاز	صلب	الهيدروجين في البلاطين أو البلاديوم
	سائل		مملغم الفضة $Ag_{(s)} / Hg_{(l)}$
	صلب		السبائك مثل سبيكة النيكل كروم

▲ جدول (١) أنواع المحاليل

وسوف نركز في دراستنا في هذا الجزء على المحاليل من النوع صلب في سائل والتي يكون فيها الماء هو المذيب .

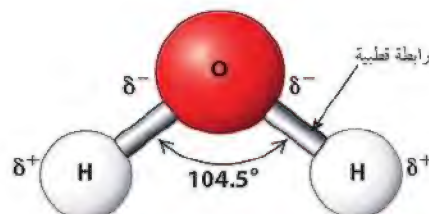
الخصائص الكهربائية للمحاليل

- ✓ السالبية الكهربائية : هي قدرة الذرة على جذب إلكترونات الرابطة نحوها.
- ✓ الرابطة القطبية: هي رابطة تساهمية بين ذرتين مختلفتين في السالبية الكهربائية والذرة الأكبر سالبية تحمل شحنة جزئية سالبة δ^- بينما تحمل الأخرى شحنة جزئية موجبة δ^+
- ✓ الجزيئات القطبية : هي الجزيئات التي يكون لها طرف يحمل شحنة موجبة جزئية δ^+ وطرف يحمل شحنة سالبة جزئية δ^- ويتوقف ذلك على قطبية الروابط بها وشكلها الفراغي والزوايا بين هذه الروابط.



الماء مذيب قطبي :

الروابط الموجودة في جزيء الماء روابط قطبية بسبب ارتفاع قيمة سالبية الأكسجين عن الهيدروجين ؛ لذلك تحمل ذرة الأكسجين شحنة سالبة جزئية بينما يحمل الهيدروجين شحنة موجبة جزئية ، كما أن قيمة الزاوية بين الرابطين في جزيء الماء تقدر بحوالي 104.5° ولذلك فإن جزيء الماء على درجة عالية من القطبية.



▲ شكل (٤) الزاوية بين الرابطين في جزيء الماء

المحاليل الإلكتروليتية واللاإلكتروليتية :

تنقسم المحاليل من حيث قدرتها على توصيل التيار الكهربى إلى محاليل إلكتروليتية وأخرى لاإلكتروليتية

الإلكتروليتات Electrolytes : هي المواد التي توصل محاليلها أو مصهوراتها التيار الكهربى عن طريق حركة أيوناتها.

وتنقسم الإلكتروليتات إلى :

- ✳ إلكتروليتات قوية : توصل التيار الكهربى بدرجة كبيرة ، حيث تكون تامة التأين بمعنى أن جميع جزيئاتها تتفكك إلى أيونات ومن أمثلتها :

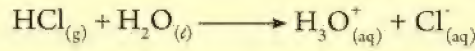
✓ المركبات الأيونية مثل محلولى كلوريد الصوديوم NaCl وهيدروكسيد الصوديوم NaOH.

- ✓ المركبات التساهمية القطبية مثل غاز كلوريد الهيدروجين HCl والذي يوصل التيار الكهربى فى حالة محلوله فى الماء ولا يوصل التيار الكهربى فى الحالة الغازية.



تفصيل

عند ذوبان غاز كلوريد الهيدروجين في الماء وانفصال أيون الهيدروجين H^+ لا يبقى في صورته المفردة ولكنه يرتبط بجزيء الماء مكوناً أيون الهيدرونيوم H_3O^+ كما بالمعادلة التالية :



❖ **الإلكتروليات ضعيفة** : توصل التيار بدرجة ضعيفة لأنها غير تامة التأيين بمعنى أن جزءاً صغيراً من جزيئاتها يتفكك إلى أيونات مثل حمض الأسيتيك (المخليك) CH_3COOH وهيدروكسيد الأمونيوم (محلول الأمونيا) NH_4OH والماء H_2O .

Non Electrolytes : هي المواد التي محاليلها أو مصهوراتها لا توصل التيار الكهربى لعدم وجود أيونات حرة

وهي مركبات ليس لها قدرة على التأيين ، ومن أمثلتها السكر والكحول الإيثيلي.

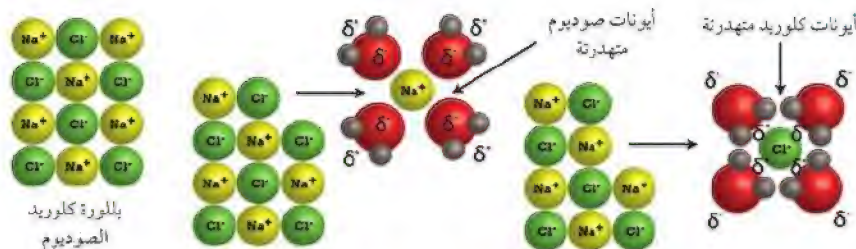
عملية الإذابة Dissolving Process :

المواد التي تذوب بسهولة في الماء تتضمن مركبات أيونية وقطبية ، بينما الجزيئات غير القطبية مثل الميثان والزيت والشحم أو الدهن والبتزين ، كلها لا تذوب في الماء بالرغم من إمكانية ذوبانها في البتزين ، ولفهم هذا الاختلاف يجب أن نتعرف أكثر على تركيب المذيب والمذاب وطرق التجاذب بينهما أثناء عملية الإذابة.

جزيئات الماء في حالة حركة مستمرة بسبب طاقتها الحركية. وعند وضع بللورة من كلوريد الصوديوم $NaCl$ كمثال لمركب أيوني في الماء فإن جزيئات الماء القطبية تصطدم بالبللورة وتجذب أيونات المذاب، وتبدأ عملية إذابة كلوريد الصوديوم بمجرد انفصال أيونات الصوديوم Na^+ وأيونات الكلوريد Cl^- بعيداً عن البللورة ، ويتكون المحلول من أيونات أو جزيئات تتراوح أقطارها ما بين $0.01 - 1 \text{ nm}$ موزعة بشكل منتظم داخل المحلول ، وبذلك يكون متماثلاً ومتجانساً في تركيبه وخواصه ، ويمكن للضوء النفاذ من خلاله.

أما عند وضع قليل من السكر في الماء تنفصل جزيئات السكر القطبية وترتبط مع جزيئات الماء القطبية بروابط هيدروجينية ويحدث الذوبان.

الإذابة : هي عملية تحدث عندما يتفكك المذاب إلى أيونات سالبة وأيونات موجبة أو إلى جزيئات قطبية منفصلة ، ويحاط كل منهما بجزيئات المذيب.



شكل (٥) ذوبان كلوريد الصوديوم في الماء

يمكن التحكم في سرعة عملية الإذابة عن طريق بعض العوامل مثل مساحة السطح وعملية التقليب ودرجة الحرارة.

كيف يذوب الزيت في البنزين؟

إن كل منهما يتكوّن من جزيئات غير قطبية، وعند خلطهما تنتشر جزيئات الزيت أو الدهون بين جزيئات البنزين بسبب ضعف الروابط بين جزيئاته وتستقر مكونة محلولاً وكقاعدة فإن المذيبات القطبية تذيب المركبات الأيونية والجزيئات القطبية، بينما المذيبات غير القطبية تذيب المركبات غير القطبية. هذه العلاقة يمكن تلخيصها في مقولة أن الأشياء المتشابهة تذيب بعضها.

الذوبانية Solubility :

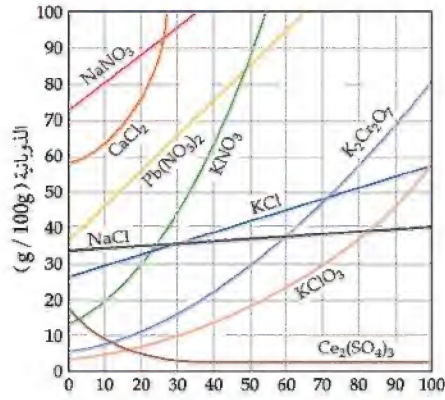
الذوبانية تعنى مدى قابلية المذاب للذوبان في مذيب معين أو قدرة المذيب على إذابة مذاب ما.

الذوبانية : هي كتلة المذاب بالجرام التي تذيب في 100 g من المذيب لتكوين محلول مشبع عند الظروف القياسية.

العوامل التي تؤثر على الذوبانية :

١. طبيعة المذاب والمذيب :

هناك قاعدة أساسية تحكم عملية الذوبان، وهي الشبيه يذيب الشبيه (Like dissolves like) ومعناها أن المذيب القطبي يذيب المذيبات القطبية أو الأيونية كذوبان نترات النيكل (مادة أيونية) في الماء (مذيب قطبي)، أما المذيبات غير القطبية (العضوية) فتذيب المذيبات غير القطبية كذوبان اليود (مادة غير قطبية) في ثاني كلوروميثان (مذيب عضوي).



شكل (٦) العلاقة بين الذوبانية ودرجة الحرارة

٢. درجة الحرارة :

تزداد ذوبانية معظم المواد الصلبة بزيادة درجة حرارة المذيب فعلى سبيل المثال يتضح من المخطط المقابل أن ذوبانية نترات البوتاسيوم تزداد برفع درجة الحرارة فعند درجة 0°C كانت 12 g وعند درجة 52°C أصبحت 100 g ، في حين أن بعض الأملاح يكون تأثير درجة الحرارة على ذوبانيته ضعيف مثل NaCl والبعض الآخر يقل بارتفاع درجة الحرارة.

ويمكن تصنيف المحلول تبعاً لدرجة التشبع إلى :

❖ **محلول غير مشبع :** هو المحلول الذي يقبل فيه المذيب إضافة كمية أخرى من المذاب خلالها عند درجة حرارة معينة.

❖ **محلول مشبع :** هو المحلول الذي يحتوى فيه المذيب أقصى كمية من المذاب عند درجة حرارة معينة.

❖ **محلول فوق مشبع :** هو المحلول الذي يقبل مزيد من المادة المذابة بعد وصوله إلى حالة التشبع ويمكن الحصول عليه بتسخين المحلول المشبع وإضافة المزيد من المذاب إليه وإذا ترك ليبرد. تنفصل جزيئات المادة الصلبة الزائدة من المحلول المشبع عند التبريد أو عند وضع بللورة صغيرة من المادة الصلبة المذابة في هذا المحلول ، حيث تتجمع المادة الزائدة على هذه البللورة في شكل بللورات.

تركيز المحاليل :

حيث أن المحلول هو مخلوط ؛ لذلك فإن مكوناته لا تكون ذات كميات محددة ، بل يمكن التحكم في كمية المذاب داخل كمية معينة من المذيب مما يؤثر على تركيز المحلول ، لذلك تستخدم عبارة محلول مركز عندما يكون كمية المذاب كبيرة (ليست أكبر من المذيب) ونستخدم عبارة مخفف عندما تكون كمية المذاب قليلة بالنسبة لكمية المذيب. وهناك طرق مختلفة للتعبير عن تركيز المحاليل مثل النسبة المئوية - المولارية - المولالية .



شكل (٧) المحلول المركز والمحلول المخفف

النسبة المئوية :

تتحدد طريقة حساب التركيز باستخدام النسبة المئوية تبعاً لطبيعة المذاب والمذيب :

$$\text{النسبة المئوية (حجم - حجم)} = \frac{\text{حجم المذاب}}{\text{حجم المحلول}} \times 100$$

$$\text{النسبة المئوية (كتلة - كتلة)} = \frac{\text{كتلة المذاب}}{\text{كتلة المحلول}} \times 100$$

حيث كتلة المحلول = كتلة المذاب + كتلة المذيب

ونظراً لوجود عدة أنواع من النسب المئوية للمحاليل ، فيجب أن توضح الملصقات التي توضع على المنتجات المختلفة الوحدات التي تعبر عن النسب المئوية مثل ملصقات المواد الغذائية والدواء وغيرها.



شكل (٨) النسبة المئوية بدلالة الكتلة أو الحجم

مثال :

احسب النسب المئوية الكتلية (m / m) للمحلول الناتج من ذوبان 20g من NaCl في 180g من الماء.

الحل :

$$\begin{aligned} \text{كتلة المحلول} &= 200g + 180 + 20 \\ \text{النسبة المئوية الكتلية (m - m)} &= \frac{\text{كتلة المذاب (g)}}{\text{حجم المحلول (g)}} \times 100\% \\ 10\% &= 100\% \times \frac{20g}{200g} \end{aligned}$$

**المولارية (M) : Molarity**

يمكن التعبير عن تركيز المحلول بمصطلح المولارية

المولارية : عدد المولات المذابة في لتر من المحلول

وتقدر بوحدة (mol / L) أو مولر (M)

$$\text{المولارية (M)} = \frac{\text{عدد المولات (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}}$$

مثال:

احسب التركيز المولارى لمحلول سكر القصب $C_{12}H_{22}O_{11}$ فى الماء إذا علمت أن كتلة السكر المذابة 85.5 g فى محلول حجمه 0.5 L (C = 12 ، H = 1 ، O = 16)

الحل:

$$\text{الكتلة المولية لسكر القصب} = 12 \times 12 + 22 \times 1 + 11 \times 16 = 342 \text{ g / mol}$$

$$\text{عدد مولات السكر} = \frac{\text{كتلة المادة بالجرام}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{85.5 \text{ g}}{342 \text{ g/mol}} = 0.25 \text{ mol}$$

$$\text{التركيز المولارى (M)} = \frac{0.25 \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 0.5 \text{ mol / L}$$

المولالية (m) : Molality

المولالية : عدد مولات المذاب فى كيلوجرام واحد من المذيب

وتقدر بوحدة (mol / kg) وتحسب من العلاقة

$$\text{المولالية m (mol/kg)} = \frac{\text{عدد مولات المذاب (mol)}}{\text{كتلة المذيب (kg)}}$$

مثال:

احسب التركيز المولالى لمحلول محضر بإذابة 20 g هيدروكسيد صوديوم فى 800 g من الماء علمًا بأن (Na = 23 ، H = 1 ، O = 16)

الحل:

$$\text{الكتلة المولية NaOH} = 23 + 16 + 1 = 40 \text{ g / mol}$$

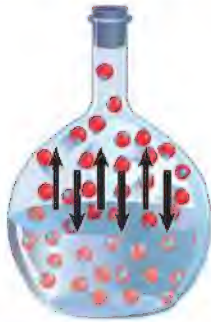
$$\text{عدد مولات NaOH} = \frac{20}{40} = 0.5 \text{ mol} \quad \text{التركيز المولالى (m)} = \frac{0.5}{0.8} = 0.625 \text{ mol / kg}$$

الخواص الجمعية (Collective Properties) :

تختلف خواص المذيب النقي عن خواصه عند إذابة مادة صلبة غير متطايرة به في مجموعة من الخواص المترابطة مع بعضها ومنها الضغط البخارى ودرجة الغليان ودرجة التجمد.

الضغط البخارى : Vapour Pressure

الضغط البخارى : الضغط الذى يؤثر به البخار على سطح السائل عندما يكون البخار فى حالة اتزان ديناميكي مع السائل داخل إناء مغلق عند درجة حرارة وضغط ثابتين.



يعتمد الضغط البخارى على درجة حرارة السائل ، فكلما زادت درجة الحرارة يزداد معدل التبخر ويزداد الضغط البخارى للسائل وإذا استمرت درجة الحرارة فى الارتفاع حتى يصبح الضغط البخارى مساوياً للضغط الجوى فإن السائل يبدأ فى الغليان ، وتسمى نقطة الغليان فى هذه الحالة نقطة الغليان الطبيعية. ويمكن الاستدلال على نقاء سائل من خلال تطابق درجة غليانه مع درجة الغليان الطبيعية له.

فى المذيب النقي تكون جزيئات السطح المعرضة بالكامل لعملية التبخير خاصة بهذا السائل والقوى الوحيدة التى يجب التغلب عليها هى قوى التجاذب بين جزيئات المذيب وبعضها، أما عند إضافة مذاب يقل الضغط البخارى للمحلول ، لأن بعضاً من جزيئات السطح تصبح جزيئات مذاب مما يقلل من مساحة سطح المذيب المعرضة للتبخير. كما أن قوى التجاذب بين جزيئات المذيب والمذاب تصبح أكبر مما كانت بين جزيئات المذيب وبعضها. ويعتمد الضغط البخارى على عدد جسيمات المذاب وليس على تركيبه أو خواصه.

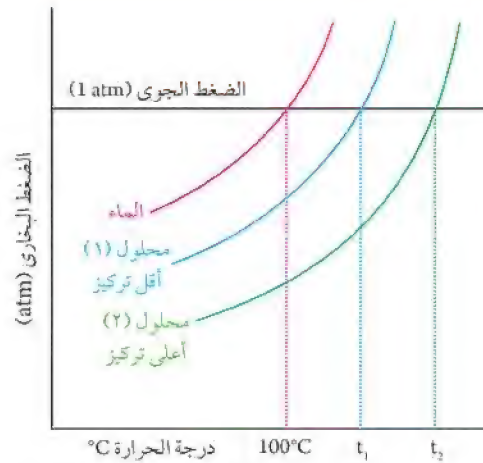


شكل (١٠) الضغط البخارى لمذيب نقي أكبر من الضغط البخارى لمحلول يحتوى على مذاب غير متطاير



درجة الغليان :

درجة الغليان الطبيعية : هي درجة الحرارة التي يتساوى عندها الضغط البخاري للسائل مع الضغط الجوي.



يغلي الماء النقي عند 100°C ولكن الماء المالح ليس كذلك لأن إضافة الملح للماء ترفع من درجة غليان المحلول عن الماء النقي؛ لأن جسيمات الملح تقلل جزيئات الماء التي تهرب من سطح السائل فيقل الضغط البخاري ويحتاج الماء إلى طاقة أكبر ، وبالتالي ترتفع درجة الغليان ويتكرر ذلك مع أى مذاب غير متطاير يضاف للمذيب ففي المخطط المقابل تمثل t_1 درجة غليان المحلول (١) بينما t_2 درجة غليان المحلول (٢) ، فعلى سبيل المثال محلول

0.2 M من ملح الطعام NaCl يحدث به نفس التغيير الذي يحدث لمحلول 0.2 M من نترات البوتاسيوم KNO_3 لأن كل منهما ينتج نفس عدد مولات الأيونات في المحلول ولكن إذا استخدمنا محلول 0.2 M كربونات صوديوم Na_2CO_3 ترتفع درجة الغليان بدرجة أكبر بسبب زيادة عدد مولات الأيونات الناتجة.

درجة الغليان المقاسة : درجة الحرارة التي يتساوى عندها الضغط البخاري للسائل مع الضغط الواقع عليه.

درجة التجمد :

إضافة مذاب غير متطاير إلى المذيب يؤثر تأثيراً عكسياً على درجة تجمد المحلول عما يحدث في درجة الغليان.

فعند إضافة مذاب إلى المذيب تنخفض درجة تجمد المذيب عن حالته النقية بسبب التجاذب بين المذاب والمذيب الذي يمنع تحول المذيب إلى مادة صلبة ؛ لذلك فعند إضافة الملح إلى الطرق الجليدية فإن الماء الموجود على الطرق لن يتجمد بسهولة ، مما يمنع انزلاق السيارات ويقلل من الحوادث.

ويتناسب مدى الانخفاض في نقطة التجمد مع عدد جسيمات المذاب الذائبة في المذيب ولا يعتمد على طبيعة كل منهما. فعند إضافة مول واحد (180 g) جلوكوز إلى 1000 g ماء ، فإن المحلول الناتج يتجمد عند -1.86°C ولكن عند إضافة مول واحد (58.5 g) من كلوريد الصوديوم إلى 1000 g ماء، فإن المحلول الناتج يتجمد عند -3.72°C ويعزى ذلك إلى أن مولاً واحداً من NaCl ينتج مولين من الأيونات، ويؤدي ذلك إلى مضاعفة الانخفاض في درجة التجمد.



ما هي درجة تجمد المحلول الذي يحتوي على مول كلوريد الكالسيوم CaCl_2 في 1000 ماء ؟

المعلقات Suspensions

هي مخاليط غير متجانسة إذا تركت لفترة زمنية قصيرة ترسب دقائق المادة المكونة منها في قاع الإناء بدون رج ويمكن رؤية دقائقها بالعين المجردة أو بالمجهر. فإذا وضعت مادة صلبة مثل الرمل أو مسحوق الطباشير في الماء ورج المحلول وترك لفترة فإنها ترسب، والمعلق يختلف عن المحلول وقطر كل دقيقة من دقائق المعلق أكبر من 1000 نانومتر. يمكن التعرف بوضوح على مادتين على الأقل من المعلق كما هو الحال في مثال الطباشير أو الرمل والماء ويمكن فصلهم بترشيح الخليط، حيث تحتجز ورقة الترشيح دقائق الطباشير المعلقة، في حين يمر الماء الصافي من خلال ورقة الترشيح.

الغرويات Colloids

هي مخاليط غير متجانسة (متجانسة ظاهرياً) تحتوي على دقائق يتراوح قطر كل دقيقة منها ما بين قطر دقيقة المحلول الحقيقي وقطر دقيقة المعلق، أي تتراوح ما بين (1 : 1000 nm). المادة التي تكون الدقائق الغروية تسمى بالصنف المنتشر، حين يطلق على الوسط الذي توجد فيه الدقائق الغروية بوسط الانتشار ويمكن التمييز بين المحلول والغروي باستخدام الضوء حيث يشتت الغروي الضوء، فيما يعرف بظاهرة تندال. والشكل التالي يوضح أمثلة لبعض الغرويات :



لماذا لا يوجد نظام غروي غاز في غاز ؟



▲ شكل (١١) أمثلة لبعض الغرويات



الجدول التالي يوضح بعض الأنظمة الغروية التي تتحدد بناء على طبيعة كل من الصنف المنتشر ووسط الانتشار وبعض التطبيقات الحياتية لها :

الاستخدامات الحياتية للغرويات	النظام	
	وسط الانتشار	الصنف المنتشر
بعض أنواع الكريمة وزلال البيض المخفوق	سائل	غاز
بعض الحلوى المصنوعة من سكر وهلام	صلب	غاز
مستحلب الزيت والخل - اللبن والمايونيز	سائل	سائل
ضباب الأيروسولات	غاز	سائل
جيل الشعر	صلب	سائل
الغبار أو التراب في الهواء	غاز	صلب
الدهانات والدم والنشا في الماء	سائل	صلب

▲ جدول (٢) الأنظمة الغروية

تختلف خواص الغرويات عن المحاليل الحقيقية والمعلقات ، فالكثير منها عند تركيزها يأخذ شكل الحليب أو السحب ، ولكنها تبدو رقيقة صافية أو غالباً ما تكون كذلك عند تخفيفه تخفيفاً شديداً . ودقائقها لا يمكن حجزها بواسطة ورق الترشيح ، وإذا تركت فترة بدون رج فإنها لا ترسب في قاع المحلول.

طرق تحضير الغرويات :

من أكثر الطرق المعروفة لتحضير الغرويات طريقة الانتشار وطريقة التكثيف :

❖ طريقة الانتشار : حيث تفتت المادة إلى أجزاء صغيرة حتى يصل حجمها إلى حجم جزيئات الغروى ثم تضاف إلى وسط الانتشار مع التقليب (النشا في الماء).

❖ طريقة التكثيف : حيث يتم تجميع الجزيئات الصغيرة إلى جسيمات أكبر مناسبة وذلك عن طريق بعض العمليات مثل الأكسدة أو الاختزال أو التحلل المائي.



الفصل الثاني: الأحماض والقواعد

Acids and Bases

ما المقصود بكل من الحمض والقاعدة ؟

تمثل الأحماض والقواعد جزءاً كبيراً من حياة الإنسان ، فعلى سبيل المثال الخل الذى يستخدم فى بعض الأطعمة وعمليات التنظيف هو محلول حمضى تم اكتشافه قديماً والآن تدخل الأحماض فى كثير من الصناعات الكيميائية مثل الأسمدة والمتفجرات والأدوية والبلاستيك وبطاريات السيارات ...

والقواعد كذلك لها العديد من الاستخدامات فى المنزل والصناعات الكيميائية مثل الصابون والمنظفات الصناعية والأدوية والأصباغ .

نواتج التعلم

فى نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادراً على أن:

- يشرح المقصود بكل من الحمض والقاعدة وتسمياتهما.
- يقارن بين النظريات المختلفة لتعريف الحمض والقاعدة.
- يميز بين الأحماض والقواعد باستخدام الأدلة المختلفة.
- يشرح معنى الأس الهيدروجيني واستخداماته.
- يتعرف طرق تكوين الأملاح ويقسّر الأس الهيدروجيني لأملاحها.
- يسمى الأملاح عن طريق شقيها.



أقراص الدواء منها حمض ومنها قاعدة



الطماطم حمض



الليمون حمض



منظف صناعي قاعدة



الجدول التالي يوضح بعض المنتجات الطبيعية والصناعية والأحماض أو القواعد الداخلة في تركيبها أو تحضيرها

المنتج	الحمض أو القاعدة الداخل في تركيبها أو تحضيرها
النباتات الحامضية (الليمون ، البرتقال ، الطماطم)	حمض الستريك - حمض الاسكوربيك
منتجات الألبان (الجبن ، الزبادي)	حمض اللاكتيك
المشروبات الغازية	حمض الكربونيك - حمض الفوسفوريك
الصابون	هيدروكسيد الصوديوم
صودا الخبز	بيكربونات الصوديوم
صودا الغسيل	كربونات الصوديوم المتهدرنة

▲ جدول (٣) استخدامات الأحماض والقواعد

❖ **الحمض** : هو مركب ذو طعم لاذع يُغير لون صبغة عباد الشمس إلى اللون الأحمر يتفاعل مع الفلزات النشطة ويتصاعد الهيدروجين

$$\text{Zn}_{(s)} + 2\text{HCl}_{(aq)} \longrightarrow \text{ZnCl}_{2(aq)} + \text{H}_{2(g)}$$

ويتفاعل مع أملاح الكربونات أو البيكربونات ويحدث فوران ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون

$$\text{Na}_2\text{CO}_{3(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(aq)} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_{4(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)}$$

ويتفاعل مع القواعد ويعطي ملحًا وماء.

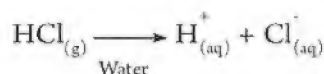
❖ **القاعدة** : هي مركب ذو طعم قابض لها ملمس صابوني تغير لون صبغة عباد الشمس إلى الأزرق ، وتتفاعل مع الأحماض وتعطي ملحًا وماء.

الخواص الظاهرية لكل من الحمض والقاعدة تقودنا إلى تعريف تجريبي أو تنفيذي لكل منهما ولكن يجب أن نأخذ في الاعتبار أن التعريف التجريبي يقوم على الملاحظة ولا يفسر الخواص غير المرئية التي أتت بهذا السلوك والتعريف الأكثر شمولاً والذي يعطى العلماء فرصة للتنبؤ بسلوك هذه المواد يأتي من خلال الدراسات والتجارب والتي وضعت في صورة نظريات.

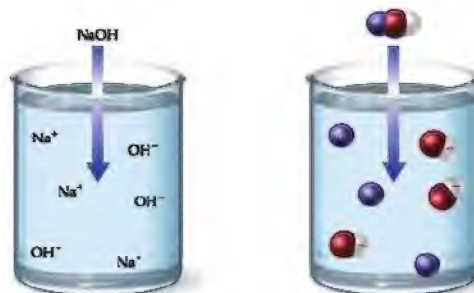
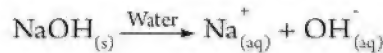
النظريات التي وضعت لتعريف الحمض والقاعدة

نظرية أرهينيوس : The Arrhenius Theory

التوصيل الكهربائي للمحاليل المائية للأحماض والقواعد يثبت وجود أيونات فيها فعند ذوبان كلوريد الهيدروجين في الماء فإنه يتأين إلى أيونات الهيدروجين وأيونات الكلوريد.

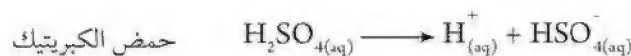


كذلك عند ذوبان هيدروكسيد الصوديوم في الماء فإنه يتفكك مكوناً أيونات صوديوم وأيونات هيدروكسيد.



▲ (شكل ١١) محلول هيدروكسيد الصوديوم في الماء

وعملية تفكك الأحماض والقواعد في الماء لها أنماط مختلفة ، وكان أول من لاحظ ذلك في أواخر القرن التاسع عشر هو العالم السويدي أرهينيوس .



في عام ١٨٨٧م أعلن أرهينيوس نظريته التي تفسر طبيعة الأحماض والقواعد والتي تنص على :

✓ الحمض : هو المادة التي تتفكك في الماء وتُعطي أيوناً أو أكثر من أيونات الهيدروجين H^{+}

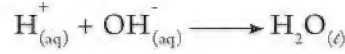
✓ القاعدة : هي المادة التي تتفكك في الماء وتُعطي أيوناً أو أكثر من أيونات الهيدروكسيد OH^{-}

ومن خلال هذه النظرية نلاحظ أن الأحماض تعمل على زيادة تركيز أيونات الهيدروجين الموجبة H^{+} في المحاليل المائية. وهذا يتطلب أن يحتوي حمض أرهينيوس على الهيدروجين كمصدر لأيونات الهيدروجين كما يتضح من معادلات تفكك الأحماض. ومن ناحية أخرى فإن القاعدة تعمل على زيادة تركيز أيونات الهيدروكسيد في المحاليل المائية ، وبالتالي فإن قاعدة أرهينيوس لابد أن تحتوي على مجموعة الهيدروكسيد OH^{-} كما يتضح من معادلات تفكك القواعد، وتساعد نظرية أرهينيوس في تفسير ما يحدث عند تعادل الحمض والقاعدة لتكوين مركب أيوني وماء ، كما بالمعادلة التالية :





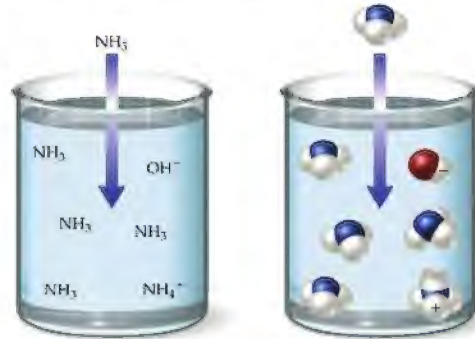
والمعادلة الأيونية المعبرة عن هذا التفاعل تبعاً لنظرية أرهينيوس هي:



وبالتالي يكون الماء ناتجاً أساسياً عند تعادل الحمض مع القاعدة.

ملاحظات على نظرية أرهينيوس:

- ❖ ثاني أكسيد الكربون وبعض المركبات الأخرى تعدل محاليل حامضية في الماء، رغم أنها لا تحتوي على أيون H^+ في تركيبها، وهذا يتعارض مع نظرية أرهينيوس.
- ❖ النشادر (الأمونيا) وبعض المركبات الأخرى تعطي محاليل قاعدية في الماء رغم أنها لا تحتوي على أيون الهيدروكسيد في تركيبها، كما أنها تتعادل مع الأحماض وهذا لا ينطبق مع نظرية أرهينيوس.



▲ شكل (١٢) محلول النشادر في الماء

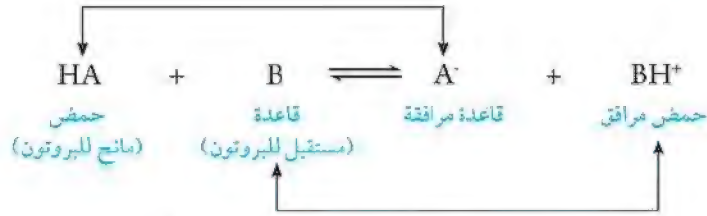
نظرية برونشتد - لوري The Brönsted – Lowry Theory :

في عام ١٩٢٣م وضع الدنماركي جونز برونشتد Johannes Brönsted والإنجليزي توماس لوري Thomas Lowry نظريتهما عن الحمض والقاعدة.

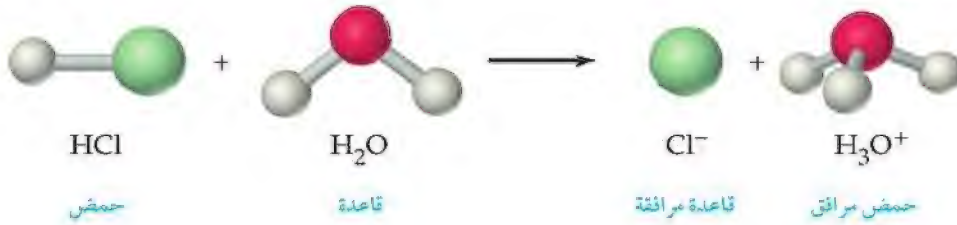
✓ الحمض : هو المادة التي تفقد البروتون H^+ (مانح للبروتون).

✓ القاعدة : هي المادة التي لها القابلية لاستقبال البروتون (مستقبلة للبروتون).

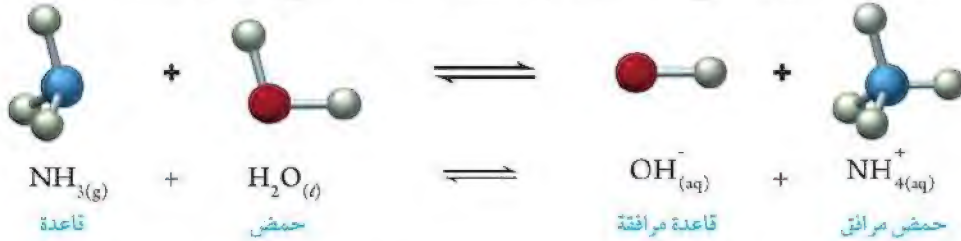
ومن التعريف نلاحظ أن حمض برونشتد - لوري يشبه حمض أرهينيوس في احتوائه على الهيدروجين في تركيبه ، بينما أي أيون سالب ماعدا أيون الهيدروكسيد يعتبر قاعدة برونشتد - لوري وبالتالي يكون اتحاد الحمض والقاعدة هو أن مادة تعطي البروتون والأخرى تستقبل هذا البروتون أي أن التفاعل هو انتقال للبروتون من الحمض إلى القاعدة.



عند إذابة حمض HCl في الماء يعتبر HCl حمضاً لأنه يمنح بروتوناً إلى الماء وبالتالي يعتبر الماء قاعدة لأنه يكتسب هذا البروتون ويصبح أيون الكلوريد Cl^- قاعدة مرافقة بينما أيون الهيدرونيوم H_3O^+ حمض مرافق.



كما أن هذا التعريف يسمح لنا باعتبار الأمونيا (النشادر) قاعدة ويتضح ذلك من المعادلة التالية :



فعندما يمنح الحمض بروتوناً يتحول إلى قاعدة وعندما تكتسب القاعدة هذا البروتون تتحول إلى حمض.

- ✓ الحمض المرافق : هو المادة الناتجة عندما تكتسب القاعدة بروتوناً.
- ✓ القاعدة المرافقة : هي المادة الناتجة عندما يفقد الحمض بروتوناً.

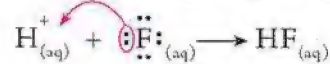
نظرية لويس Lewis Theory :

وضع العالم جيلبرت نيوتن لويس ١٩٢٣م نظرية أكثر شمولاً لتعريف كل من الحمض والقاعدة تنص على :

✳ الحمض : هو المادة التي تستقبل زوج أو أكثر من الإلكترونات.

✳ القاعدة : هي المادة التي تمنح زوج أو أكثر من الإلكترونات.

فعند اتحاد أيون الهيدروجين (H^+) مع أيون الفلوريد (F^-) يعتبر (H^+) حمض لويس بينما أيون (F^-) قاعدة لويس ويتضح ذلك من الشكل التالي :





تصنيف الأحماض والقواعد Classification of Acids and Bases

أولاً : الأحماض :

يمكن تصنيف الأحماض وفق بعض الأسس كما يلي :

١ . تبعاً لدرجة تأينها في المحلول تنقسم إلى :

❖ أحماض قوية **Strong Acids** : هي الأحماض تامة التأين ، أى أن جميع جزيئاتها تتأين في المحلول إلى أيونات ومحاليلها توصل التيار الكهربى بدرجة كبيرة نسبياً بسبب احتوائها على كمية كبيرة من الأيونات ؛ لذلك تعتبر إلكتروليات قوية مثل :

حمض الهيدروكلوريك HCl - حمض الهيدروكلوريك HClO_4 - حمض الهيدروبروميك HBr - حمض الكبريتيك H_2SO_4 - حمض النيتريك HNO_3

❖ أحماض ضعيفة **Weak Acids** : هي الأحماض غير تامة التأين بمعنى أن جزءاً ضئيلاً من الجزيئات يتفكك إلى أيونات وتوصل التيار الكهربى بدرجة ضعيفة ؛ لذلك تعتبر إلكتروليات ضعيفة .

مثل حمض الأسيتيك (الخل) CH_3COOH الذى يتأين في الماء إلى أيون هيدرونيوم وأنيون الأسيتات



ملاحظة

لا توجد علاقة بين قوة الحمض وعدد ذرات الهيدروجين في تركيبه الجزيئى فحمض الفوسفوريك H_3PO_4 يحتوى الجزيء منه على ثلاث ذرات هيدروجين ، ومع ذلك هو حمض أضعف من حمض النيتريك HNO_3 الذى يحتوى على ذرة هيدروجين واحدة.



▲ شكل (١٣) الحمض القوي يوصل التيار الكهربى بدرجة أكبر من الحمض الضعيف

٢. تبعاً لمصدرها تنقسم إلى :

✳️ أحماض عضوية **Organic acids** : وهى الأحماض التى لها أصل عضوى (نبات - حيوان) وتستخلص من أعضاء الكائنات الحية ، وهى أحماض ضعيفة مثل : حمض الفورميك - حمض الأسيتيك - حمض اللاكتيك - حمض الستريك - حمض الأكساليك.

✳️ أحماض معدنية **Mineral acids** : وهى تلك الأحماض التى يدخل فى تركيبها عناصر لافلزية غالباً مثل الكلور والكبريت والنتروجين والفسفور وغيرها وليست من أصل عضوى مثل : حمض الهيدروكلوريك HCl - حمض الفوسفوريك H_3PO_4 - حمض البيروكلوريك $HClO_4$ - حمض الكربونيك H_2CO_3 - حمض النيتريك HNO_3 - حمض الكبريتيك H_2SO_4



▲ شكل (١٦) حمض الكربونيك فى المياه الغازية



▲ شكل (١٥) حمض اللاكتيك فى اللبن ومشتقاته



▲ شكل (١٤) حمض الستريك فى الليمون

٣. تبعاً لعدد ذرات الهيدروجين البدول التى يتفاعل عن طريقها الحمض والتي تعرف بقاعدية الحمض :

✳️ أحادية البروتون (أحادية القاعدية **Monobasic acids**) :

يعطى الجزيء منها عند ذوبانه فى الماء بروتوناً واحداً.

حمض الهيدروكلوريك HCl حمض الأسيتيك CH_3COOH

حمض النيتريك HNO_3 حمض الفورميك $HCOOH$

✳️ ثنائية البروتون (ثنائية القاعدية **Dibasic acids**) :

يعطى الجزيء منها عند ذوبانه فى الماء بروتوناً واحداً أو اثنين.

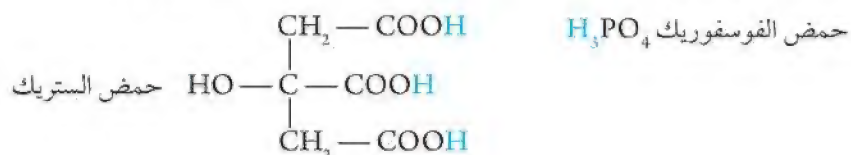
حمض الكبريتيك H_2SO_4 حمض الأكساليك

حمض الكربونيك H_2CO_3



❖ ثلاثية البروتون (ثلاثية القاعدية Tribasic acids) :

يعطى الجزيء منها عند ذوبانه في الماء بروتوناً واحداً أو اثنين أو ثلاث بروتونات.



ثانياً : القواعد :

يمكن تصنيف القواعد وفق بعض الأسس كما يلي :

١. تبعاً لدرجة تفككها في المحلول كما يلي :

❖ قواعد قوية Strong Bases : هي قواعد تامة التأين ، وتعتبر إلكترونات قوية كما في الأحماض ، مثل

هيدروكسيد البوتاسيوم KOH ، هيدروكسيد الصوديوم NaOH ، هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$

❖ قواعد ضعيفة Weak Bases : هي قواعد غير تامة التأين ، وتعتبر إلكترونات ضعيفة مثل هيدروكسيد

الأمونيوم NH_4OH



▲ شكل (١٧) القاعدة القوية توصل التيار الكهربى بدرجة أكبر من القاعدة الضعيفة

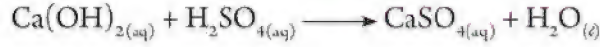
٢. تبعاً لتركيبها الجزيئى :

بعض المواد تتفاعل مع الحمض وتعطى ملح وماء لذا تعتبر قواعد مثل :

❖ أكاسيد الفلزات Metal Oxides : مثل $MgO - FeO$



✧ هيدروكسيدات الفلزات **Metal Hydroxides** : مثل $\text{NaOH} - \text{Ca(OH)}_2$



✧ كربونات أو بيكربونات الفلزات (**Metal Carbonates (or Bicarbonates)** :



القواعد التي تذوب في الماء تسمى قلويات **Alkalis** ويمكن تعريفها على أنها المواد التي تذوب في الماء وتعطي أيون الهيدروكسيد OH^- أي أن القلويات هي جزء من القواعد ؛ ولذلك يمكننا القول : أن كل القلويات قواعد وليس كل القواعد قلويات.

الكشف عن الأحماض والقواعد

توجد عدة طرق للتعرف على نوع المحلول ما إذا كان حمضيًا أو قلويًا أو متعادلًا ، حيث يمكن استخدام الأدلة (الكواشف) أو مقياس الرقم الهيدروجيني pH .

أولاً : الأدلة (الكواشف) Indicators :

هي عبارة عن أحماض أو قواعد ضعيفة يتغير لونها بتغير نوع المحلول ، والسبب في ذلك هو اختلاف لون الدليل المتأين عن لون الدليل غير المتأين ، وتستخدم الكواشف في التعرف على نوع المحلول وأثناء عملية المعايرة بين الحمض والقاعدة ، والجدول التالي يوضح أمثلة لبعض الأدلة ولونها في الأوساط المختلفة :

اسم الدليل	في الوسط الحمضي	في الوسط القاعدي	في الوسط المتعادل
ميثيل برتقالي	أحمر	أصفر	برتقالي
بروموثيمول الأزرق	أصفر	أزرق	أخضر
فينولفثالين	عديم اللون	أحمر وردي	عديم اللون
عباد الشمس	أحمر	أزرق	بنفسجي

▲ جدول (٤) أمثلة لبعض الكواشف ولونها في الوسط الحمضي والقاعدي والمتعادل

ملاحظة إضافية

تعتبر لدغة النمل والنحل حمضية التأثير ويمكن علاجها باستخدام محلول بيكربونات الصوديوم ، أما لدغة الدبور وقنديل البحر فهي قلوية ويمكن علاجها باستخدام الخل .





ثانيًا : الرقم الهيدروجيني pH :

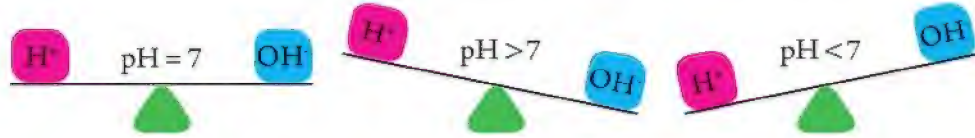
هو أسلوب للتعبير عن درجة الحموضة أو القاعدية للمحاليل بأرقام من 0 إلى 14 . وقد يستخدم لذلك جهاز رقمي أو شريط ورقي .

جميع المحاليل المائية تحتوى على أيونى H^+ و OH^- وتعتمد قيمة pH على تركيز كل منهما :

✳ إذا كان تركيز $OH^- < H^+$ يكون المحلول حمضي وتكون قيمة pH أقل من 7 .

✳ إذا كان تركيز $OH^- > H^+$ يكون المحلول قاعدي وتكون قيمة pH أكبر من 7 .

✳ إذا كان تركيز $OH^- = H^+$ يكون المحلول متعادل وتكون قيمة pH = 7 .



▲ شكل (١٨) العلاقة بين تركيز أيون H^+ وقيمة pH للمحلول

ويعتبر الخل وعصير الليمون وعصير الطماطم من المواد الحمضية في حين يعتبر بياض البيض وصودا الخبز والمنظفات مواد قاعدية



▲ شكل (١٩) مقياس الرقم الهيدروجيني

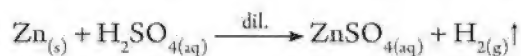
الأملاح Salts

طرق تكوين الأملاح :

تعتبر الأملاح أحد أنواع المركبات المهمة في حياتنا ، وتوجد بكثرة في القشرة الأرضية ، كما توجد ذائبة في ماء البحر أو مترسبة في قاعه ، ولكن يمكن تحضير الأملاح معمليًا بإحدى الطرق التالية :

✳ تفاعل الفلزات مع الأحماض المخففة : الفلزات التي تسبق الهيدروجين في متسلسلة النشاط الكيميائي تحل محلها في محاليل الأحماض المخففة ويتصاعد الهيدروجين الذي يشتعل بفرقة عند تقريب شظية مشتعلة إليه ويتبقى الملح ذائبًا في الماء .

فلز (نشط) + حمض $\xrightarrow{\text{مخفف}}$ ملح الحمض + هيدروجين ↑

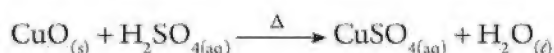


ويمكن فصل الملح الناتج بتسخين المحلول فيتبخر الماء ويتبقى الملح

❖ تفاعل أكاسيد الفلزات مع الأحماض : وتستخدم هذه الطريقة عادة في حالة صعوبة تفاعل الفلز مع

الحمض مباشرة سواء بسبب خطورة التفاعل أو لقلّة نشاط الفلز عن الهيدروجين

أكسيد فلز + حمض \longrightarrow ملح الحمض + ماء



❖ تفاعل هيدروكسيد الفلز مع الحمض : وتصلح هذه الطريقة في حالة هيدروكسيدات الفلزات القابلة

للذوبان في الماء ، والتي تعتبر من القلويات.

حمض + قلوى \longrightarrow ملح الحمض + ماء



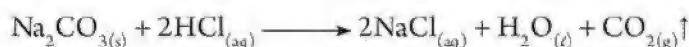
تعميق المعرفة



لتعميق معرفتك في هذا الموضوع يمكنك الاستعانة
ببنك المعرفة المصري من خلال الرابط المقابل:

وتعرف تفاعلات الأحماض مع القلويات بتفاعلات التعادل **Neutralization** وتستخدم تفاعلات التعادل في التحليل الكيميائي لتقدير تركيز حمض أو قلوى مجهول التركيز باستخدام قلوى أو حمض معلوم التركيز في وجود كاشف (دليل) مناسب ، ويحدث التعادل عندما تكون كمية الحمض مكافئة تمامًا لكمية القلوى.

❖ تفاعل كربونات أو بيكربونات الفلز مع معظم الأحماض : وهي أملاح حمض الكربونيك وهو غير ثابت (درجة غليانه منخفضة) يمكن لأي حمض آخر أكثر ثباتاً منه أن يطرده من أملاحه ويحل محله ويتكون ملح الحمض الجديد وماء ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون ويستخدم هذا التفاعل في اختبار الحامضية.



تسمية الأملاح : Nomenclature of Salts

يتكون الملح عند ارتباط الأيون السالب للحمض (الأيون X^-) مع الأيون الموجب للقاعدة (الكاتيون M^+) لينتج الملح (MX) لذلك فإن الاسم الكيميائي للملح يتكون من مقطعين فنقول مثلاً كلوريد صوديوم أو نترات بوتاسيوم وهكذا ... فالمقطع الأول يدل على الأيون السالب للحمض (الأيون) والذي يطلق عليه الشق الحمضي للملح. بينما المقطع الثاني يدل على الأيون الموجب للقاعدة (الكاتيون) والذي يطلق عليه الشق القاعدي للملح. فعند اتحاد حمض النيتريك (HNO_3) مع هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH) فإن الملح الناتج يسمى نترات بوتاسيوم (KNO_3)



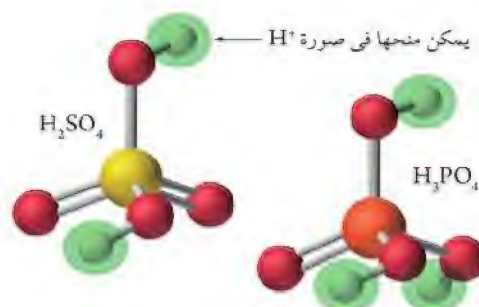
وتتوقف الصيغة الكيميائية للملح الناتج على تكافؤ كل من الأيون والكاتيون. والجدول التالي يوضح أمثلة لبعض الأملاح وصيغتها والأحماض التي حضرت منها.

حمض	الشق الحمضي (الأيون)	أمثلة لبعض أملاح الحمض
النيتريك HNO_3	نترات $(NO_3)^-$	نترات بوتاسيوم KNO_3 - نترات رصاص $Pb(NO_3)_2$ نترات حديد III $Fe(NO_3)_3$
الهيدروكلوريك HCl	كلوريد Cl^-	كلوريد صوديوم $NaCl$ - كلوريد ماغنسيوم $MgCl_2$ كلوريد ألومنيوم $AlCl_3$
الأسيتيك (الخليك) CH_3COOH	أسيئات (خلات) $(CH_3COO)^-$	أسيئات بوتاسيوم CH_3COOK - أسيئات نحاس II $(CH_3COO)_2Cu$ أسيئات حديد III $(CH_3COO)_3Fe$
الكبريتيك H_2SO_4	كبريتات $(SO_4)^{2-}$ بيكبريتات $(HSO_4)^-$	كبريتات صوديوم Na_2SO_4 - كبريتات نحاس $CuSO_4$ بيكبريتات صوديوم $NaHSO_4$ - بيكبريتات ألومنيوم $Al(HSO_4)_3$
الكربونيك H_2CO_3	كربونات $(CO_3)^{2-}$ بيكربونات $(HCO_3)^-$	كربونات صوديوم Na_2CO_3 - كربونات كالسيوم $CaCO_3$ بيكربونات صوديوم $NaHCO_3$ - بيكربونات ماغنسيوم $Mg(HCO_3)_2$

▲ جدول (٥) أمثلة لأحماض وبعض أملاحها

من الجدول السابق يمكن ملاحظة ما يلي :

- ✱ بعض الأحماض لها نوعان من الأملاح مثل حمض الكبريتيك وحمض الكربونيك ويرجع ذلك لعدد ذرات الهيدروجين البدول في جزيء الحمض وهناك أحماض لها ثلاثة أملاح مثل حمض الفوسفوريك H_3PO_4 .
- ✱ الملح الذي يحتوي هيدروجين في الشق الحمضي له إما أن يسمى بإضافة (بي Bi) أو بإضافة كلمة هيدروجينية مثل بيكبريتات HSO_4^- أو كبريتات هيدروجينية .



شكل (٢٠) أحماض متعددة الأملاح

- ✱ تدل الأرقام II أو III على تكافؤ الفلز المرتبط بالشق الحمضي وتكتب في حالة الفلزات التي لها أكثر من تكافؤ.
- ✱ في حالة أملاح الأحماض العضوية مثل أسيتات البوتاسيوم $CH_3COO^-K^+$ يكتب الشق الحمضي في الرمز إلى اليسار والقاعدى إلى اليمين.

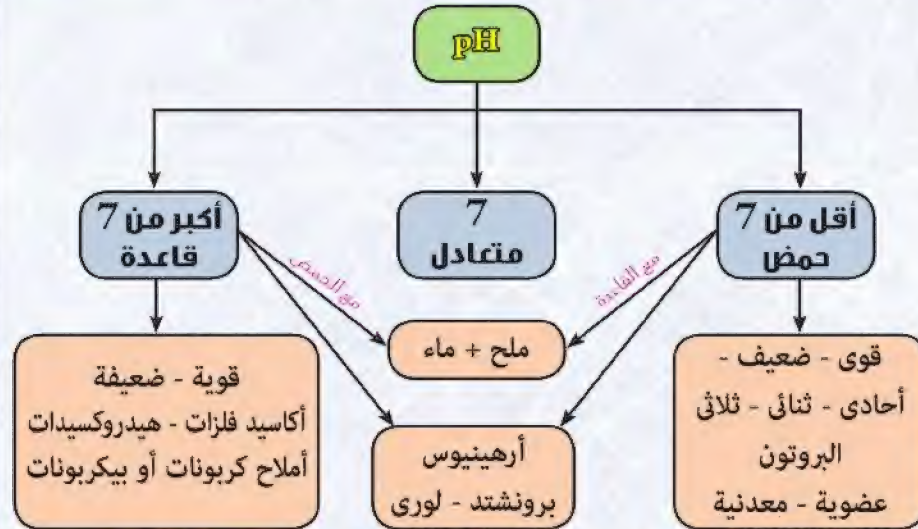
المحاليل المائية للأملاح Salt Solutions

وتختلف المحاليل المائية للأملاح في خواصها ، فمنها ما يكون حمضيًا ($pH < 7$) عندما يكون الحمض قويًا والقاعدة ضعيفة مثل محلول NH_4Cl ، ومنها ما يكون قاعدى ($pH > 7$) عندما يكون الحمض ضعيفًا والقاعدة قوية مثل محلول Na_2CO_3 ، ومنها ما هو متعادل ($pH = 7$) عندما يتساوى كل من الحمض والقاعدة في القوة مثل محلول $NaCl$ و CH_3COONH_4 .

المصطلحات الأساسية في الباب الثالث

- ✳ **المحلول** : مخلوط متجانس من مادتين أو أكثر.
- ✳ **الذوبانية** : هي كتلة المذاب بالجرام التي تذوب في 100 g من المذيب لتكوين محلول مشبع عند الظروف القياسية.
- ✳ **الغرويات** : هي مخاليط غير متجانسة لا ترسب دقائقها ويصعب فصل دقائقها بالترشيح.
- ✳ **حمض أرهينوس** : هو المادة التي تنفك في الماء وتعطي أيون أو أكثر من أيونات الهيدروجين.
- ✳ **قاعدة أرهينوس** : هي المادة التي تنفك في الماء وتعطي أيون أو أكثر من أيونات الهيدروكسيد.
- ✳ **حمض برونشترد - لوري** : هو المادة التي تفقد البروتون H^+ (مانح للبروتون).
- ✳ **قاعدة برونشترد - لوري** : هي المادة التي لها القابلية لاستقبال البروتون (مستقبلة البروتون).
- ✳ **الحمض المرافق** : هو المادة الناتجة عندما تكتسب القاعدة بروتونًا.
- ✳ **القاعدة المرافقة** : هو المادة الناتجة عندما يفقد الحمض بروتونًا.
- ✳ **حمض لويس** : هو المادة التي تستقبل زوج أو أكثر من الإلكترونات.
- ✳ **قاعدة لويس** : هي المادة التي تمنح زوج أو أكثر من الإلكترونات.
- ✳ **الأدلة (الكواشف)** : أحماض أو قواعد ضعيفة يتغير لونها بتغير لون المحلول.
- ✳ **الرقم الهيدروجيني (pH)** : أسلوب للتعبير عن درجة الحموضة أو القاعدية للمحاليل بأرقام من صفر إلى 14.

مخطط تصنيفي للباب الثالث





أنشطة وأسئلة الباب الثالث

الفصل الأول : المحاليل والغرويات

نشاط معمل : المحاليل الإلكتروليتية واللاإلكتروليتية

خطوات إجراء النشاط :

بالتعاون مع اثنين من زملائك قم بتنفيذ اجراءات النشاط التالى ثم قارن بين نتائجك مع باقى المجموعات بالفصل .

- ❖ ضع كمية من الماء فى الكأس الزجاجية حوالى 200 mL .
- ❖ كون دائرة كهربية من مصباح وبطارية وأسلاك توصيل ، ثم صل طرفيها بعمودى الجرافيت .
- ❖ اغمس عمودى الجرافيت داخل الماء فى الكأس الزجاجية دون تلامسها . ماذا تلاحظ على المصباح ؟

الملاحظة :

- ❖ ضع قليلاً من كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) فى الماء وقلبه جيداً . ماذا تلاحظ على المصباح ؟

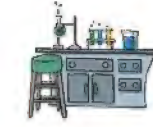
الملاحظة :

استبدل المحلول فى الكأس بمحاليل أخرى لكل من :

$C_{12}H_{22}O_{11}$, NH_4OH , $NaOH$, CH_3COOH , HCl , $CuSO_4$
ثم دون نتائجك فى جدول من إعدادك .

الاستنتاج :

التفسير :



الأمان والسلامة



الهدف من النشاط

- ❑ تصنيف المحاليل تبعاً لدرجة توصيلها للتيار الكهربى .

المهارات المبرج (المستهدفة)

- ❑ الملاحظة - التفسير - تسجيل الملاحظات - الاستنتاج .

المواد والأدوات المستخدمة

- ❑ بطارية 6 فولت - أسلاك توصيل - عمود من الجرافيت (سنة قلم رصاصى) - ماء مقطر - كأس زجاجية سعة 250 mL - مصباح - ساق زجاجية - كلوريد صوديوم - كبريتات نحاس - حمض هيدروكلوريك - خل (حمض أسيتيك) - سكر قصب (سكروز) - هيدروكسيد صوديوم - هيدروكسيد أمونيوم .





نشاط معمل : تحضير محاليل ذات تركيزات مختلفة



خطوات إجراء النشاط :

- ✱ إذا علمت أن الكتل الذرية لكل من Na ، C ، O هي على الترتيب 23 ، 12 ، 16 . فاحسب الكتلة المولية لكاربونات الصوديوم .
الكتلة المولية =
- ✱ كتلة 0.2 مول من كاربونات الصوديوم =
- ✱ استخدم الميزان في تناول 0.2 مول من كاربونات الصوديوم وضعها في الدورق .
- ✱ باستخدام المخبر المدرج ضع 50 mL من الماء على الملح داخل الدورق برفق ثم استخدم الساق الزجاجية في التقليب .
- ✱ أكمل المحلول إلى 200 mL واستمر في عملية التقليب حتى تمام ذوبان كاربونات الصوديوم .
- ✱ استخدم العلاقة التالية في حساب تركيز المحلول :

$$\text{التركيز المولاري} = \frac{\text{عدد مولات المذاب}}{\text{حجم المحلول باللتر}}$$
التركيز المولاري =
- ✱ اتبع الخطوات السابقة في تحضير محاليل مختلفة التركيز من كاربونات الصوديوم .
- ✱ استبدل كاربونات الصوديوم بكبريتات النحاس المتهذرة . ما التغيير الذي يمكن حدوثه للحصول على محلول 1 M .
.....
- ✱ كرر العمل السابق مع مواد أخرى مثل هيدروكسيد الصوديوم - كلوريد الصوديوم - سكر القصب .
- ✱ دون النتائج التي تتوصل إليها في جدول يتضمن المادة - كتلتها - عدد مولاتها - حجم المحلول - التركيز .

الأمان والسلامة



الهدف من النشاط

- ✗ تحضير محاليل ذات تركيزات مختلفة عملياً.

المهارات السريعة للتقريب

- ✗ استخدام أدوات المعمل - الملاحظة - تسجيل البيانات - الاستنتاج.

المواد والأدوات المستخدمة

- ✗ مخبر مدرج - 3 بورق عياري سعة 200 mL ، 250 mL ، 500 mL - ميزان - ماء مقطر - ملح كاربونات صوديوم - هيدروكسيد صوديوم - كبريتات نحاس متهذرة - كلوريد صوديوم - سكر قصب (سكر) - ساق زجاجي للتقليب.





نشاط معملّي : المقارنة بين أنواع المحاليل

خطوات إجراء النشاط :

- ❖ رقم الكؤوس الثلاث من ١ إلى ٣ .
- ❖ ضع 3 g ملح طعام في الكأس الأولى ، ثم أضف إليها ماء مقطر مع التقليب حتى يصل حجم المحلول إلى 100 mL .
- ❖ كرر نفس العمل مع كل من اللبن المجفف - مسحوق الطباشير .
- ❖ انظر إلى كل مخلوط بالعين المجردة ولاحظ هل يمكنك التمييز بين مكوناته ؟
- ❖ خذ قطرة من كل مخلوط وضعها على شريحة زجاجية وافحصها تحت الميكروسكوب . ماذا تلاحظ على حجم دقائق كل مخلوط .
- ❖ ضع القمع الزجاجي فوق الدورق المخروطي وضع بداخله ورقة ترشيح ، ثم صب محلول الملح داخل ورقة الترشيح . هل يمكن فصل الملح عن الماء بهذه الطريقة ؟
- ❖ كرر العمل السابق مع كل من المخلوطين الآخرين ثم دون ملاحظاتك واستنتاجاتك .

الملاحظة :

الاستنتاج :

- ❖ قارن بين المحلول (محلول الملح) والمعلق (مخلوط الطباشير والماء) والغروي (مخلوط اللبن والماء) في جدول من إعدادك يتضمن البيانات التالية : التجانس - حجم الدقائق - إمكانية فصل مكوناته .

الأمان والسلامة



الهدف من النشاط

- ❑ التمييز بين أنواع المحاليل .

المعدات والمواد المستخدمة

- ❑ استخدام الأدوات - التنقيط - الملاحظة - الاستنتاج .

المواد والأدوات المستخدمة

- ❑ ثلاث كؤوس زجاجية سعة كل منها 200 mL - ماء مقطر - ملح طعام (كلوريد الصوديوم) - لبن مجفف - مسحوق طباشير - كشاف ضوئي - ميكروسكوب - ورق ترشيح - قمع زجاجي - دورق مخروطي - شرائح زجاجية - ساق للتقليب .



لبن مجفف



اللبن من الغرويات





نشاط معملّي : تحضير بعض الغرويات البسيطة



خطوات إجراء النشاط :

أولاً : تحضير النشا :

✱ ضع 50 g من النشا في قليل من الماء البارد في الكأس الأول ،
رج الكأس جيّداً حتى تتكون عجينة سائلة.

✱ ضع 100 mL من الماء المقطر في الكأس الثانية ، ثم أضف
العجينة السائلة إلى الماء مع التسخين التدريجي والتقليب. لاحظ
ما يحدث.

الملاحظة :

ثانياً : تحضير الدهانات :

✱ ضع 50 mL من محلول نترات الرصاص 1 M في كأس زجاجية
سعة 500 mL ، وأضف إليه مع التقليب الشديد حجمًا مماثلاً
من محلول كرومات البوتاسيوم.

✱ لاحظ لون الراسب المتكون من كرومات الرصاص.

الملاحظة :

✱ اغسل الراسب الناتج بالماء المقطر بطريقة الترويق ، وكرر الغسيل
عدة مرات.

✱ انقل الراسب إلى جفنة تبخير ، وتخلص من الرطوبة الزائدة بلطف
بالتسخين الهادئ البطيء.

✱ بعد تجفيف كرومات الرصاص وضعها في هاون ، واستخدم يد
الهاون في طحنها حتى تتحول إلى مسحوق ناعم.

الأمان والسلامة



الهدف من النشاط

- ✓ تحضير بعض الغرويات البسيطة.
- ✓ تحضير أحد أنواع الدهانات (الطلاء)
كمثال للنظمية الغروية.

المهارات المبرج الاستيعاب

- ✓ استخدام أدوات المعمل - الملاحظة -
الاستنتاج.

المواد والأدوات المستخدمة

- ✓ 50 g من النشا - 2 كأس زجاجية سعة
500 mL - ماء مقطر - لهب بترن -
ساق زجاجية .
- ✓ كأس زجاجية - أنبوبة اختبار - مخبر
مدرج 50 mL - قطارة - ماء مقطر
- لهب بترن - ساق زجاجية - محلول
نترات الرصاص 1 M - محلول كرومات
البوتاسيوم 1 M - زيت بذرة كتان خام -
جفنة تبخير - هاون - يد هاون - فرشاة
لطلاء الدهان - قطعة من الخشب.





❖ اصف زيت بذرة كتان خام إلى ملح كرومات الرصاص المصحون في الهاون ، ثم اطحن المكونات (اكتفى بإضافة ما يلزم فقط من الزيت للحصول على دهان يسهل طلاؤه بالفرشاة). هل الناتج محلول أم غروي؟

❖ قم بطلاء قطعة من الخشب بطبقة من دهان كرومات الرصاص التي قمت بتحضيرها ، واتركها تجف في الهواء.





أسئلة تقويمية

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة :

- ١) الهواء الجوى يمثل محلولاً غازياً من النوع
أ. غاز فى غاز
ب. غاز فى سائل
ج. سائل فى غاز
د. صلب فى غاز
- ٢) الماء مذيب قطبى بسبب فرق السالبية بين الأكسجين والهيدروجين والزاوية بين الروابط التى قيمتها حوالى
أ. 104.5°
ب. 105.4°
ج. 90°
د. 140.5°
- ٣) من أمثلة الإلكتروليتات القوية
أ. $H_2O_{(l)}$
ب. البترين
ج. $HCl_{(g)}$
د. $HCl_{(aq)}$
- ٤) الوحدة المستخدمة فى التعبير عن التركيز المولالى لمحلول ما هى
أ. mol / L
ب. $g / eq.L$
ج. g / L
د. mol / kg

ثانياً : ما المقصود بكل من ؟

١) الذوبانية.

٢) المحلول المشبع.

٣) درجة الغليان المقاسة.





ثالثًا : فكر واستنتج سببًا واحدًا على الأقل لكل مما يأتي :

١) عدم وجود بروتون حر في المحاليل المائية للأحماض.

٢) جزيئات الماء على درجة عالية من القطبية.

٣) ارتفاع درجة غليان محلول كربونات الصوديوم عن محلول كلوريد الصوديوم رغم ثبات كتلة كل من المذاب والمذيب في كلا المحلولين.

٤) ينتج عن ذوبان السكر في الماء محلولًا بينما ذوبان اللبن المجفف في الماء ينتج عنه غروي.

رابعًا : حل المسائل التالية :

١) عند إضافة 10 g من السكر إلى كمية من الماء كتلته 240 g . احسب النسبة المئوية الكتلية (m/m) للسكر في المحلول.

٢) أضف 25 mL إيثانول إلى كمية من الماء ، ثم اكمل المحلول إلى 50 mL . احسب النسبة المئوية الحجمية (V/V) للإيثانول في المحلول.

٣) احسب التركيز المولاري لمحلول حجمه 200 mL من هيدروكسيد الصوديوم . إذا علمت أن كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة فيه 20 g.

٤) احسب التركيز المولالي للمحلول المحضر بإذابة 53 g كربونات صوديوم في 400 g من الماء.

خامسًا : حدد نوع النظام الغروي في كل تطبيق مما يلي :

١) مستحلب الزيت والخل .

٢) التراب في الهواء .





الفصل الثاني : الأحماض والقواعد

نشاط معمل : التمييز بين المحاليل الحمضية والقاعدية



خطوات إجراء النشاط :

✳ كون محلولاً 0.1 M من كل مادة من المواد التالية ، بحيث يكون كل محلول في أنبوبة اختبار مستقلة مسجلاً عليها اسم المحلول (حمض هيدروكلوريك - حمض أسيتيك - هيدروكسيد صوديوم - بيكربونات صوديوم) .

✳ ضع ورقتي عباد الشمس ، إحداهما حمراء والأخرى زرقاء داخل كل محلول من المحاليل السابقة .

✳ ماذا تلاحظ على لون ورقتي عباد الشمس ؟

الملاحظة :

✳ ضع قطرة من محلول الفينولفثالين في عينة من كل محلول . ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة :

✳ كرر العمل السابق مع استبدال الفينولفثالين بالميثيل البرتقالي .

✳ صنف المحاليل السابقة إلى محاليل حمضية وأخرى قاعدية .

✳ استخدم مقياس pH رقمي في قياس قيمة الرقم الهيدروجيني لكل محلول ، ثم رتب هذه المحاليل حسب قيمة pH .

✳ حدد أقوى المحاليل الحمضية وأضعف المحاليل القاعدية .

الاستنتاج :

الأمان والسلامة



الهدف من النشاط

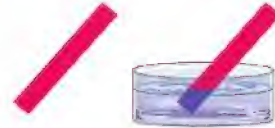
- ✓ التعرف على الأداة واستخداماتها.
- ✓ التمييز بين محلول حمضي وآخر قاعدي باستخدام الدليل المناسب.

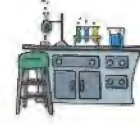
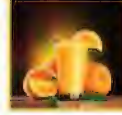
المهارات المعرفية (المستهدفة)

- ✓ استخدام الأدوات - الملاحظة - الاستنتاج - المقارنة.

المواد والأدوات المستخدمة

- ✓ حمض هيدروكلوريك - حمض أسيتيك - محلول هيدروكسيد صوديوم - محلول كربونات صوديوم أو بيكربونات صوديوم - ورق عباد شمس أحمر وأزرق - فينولفثالين - ميثيل برتقالي - انابيب اختبار - مقياس pH رقمي .





نشاط معمل : الخواص الكيميائية للأحماض

خطوات إجراء النشاط :

- ضع قليلاً من حمض الهيدروكلوريك المخفف في أنبوبة اختبار.
- أضف قليلاً من مسحوق الخارصين إلى حمض الهيدروكلوريك.
- ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة :

- قرب شظية مشتعلة إلى فوهة الأنبوبة. ماذا تلاحظ ؟

الملاحظة :

- ضع قليلاً من حمض الهيدروكلوريك على ملح كربونات الصوديوم ، ثم مرر الغاز المتصاعد داخل كأس تحتوي على ماء جير رائق. ماذا تلاحظ على ماء الجير ؟

الملاحظة :

- كرر التجربة باستخدام حمض كبريتيك مخفف بدلاً من حمض الهيدروكلوريك.

الاستنتاج :

- ما اسم الغاز المتصاعد في حالة الخارصين ؟
- ما اسم الغاز المتصاعد في حالة ملح الكربونات ؟
- عبّر عن التفاعلات السابقة بمعادلات رمزية موزونة.



غاز CO_2 يعكر ماء الجير



تفاعل الخارصين مع HCl

الأمان والسلامة



التعرف على المخاطر

- التعرف أن عند تفاعل الأحماض مع الخارصين ينتج غاز الهيدروجين.
- التعرف أن عند تفاعل الأحماض مع ملح كربونات صوديوم ينتج غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يعكر ماء الجير الرائق.

الممارسات النجدة (السلامة)

- استخدام الأدوات - التنظير - المنطقة - الاستنتاج.

المواد والأدوات المستخدمة

- حمض هيدروكلوريك مخفف - أنابيب اختبار - مسحوق خارصين - ثقاب - ملح كربونات صوديوم - ماء جير رائق - حمض كبريتيك مخفف.



الباب الثالث المحاليل والأحماض والقواعد

نشاط معمل : معايرة الحمض والقاعدة



خطوات إجراء النشاط :

- ☆ عين قيمة الرقم الهيدروجيني لكل من HCl ، NaOH .
- ☆ املأ السحاحة بمحلول HCl .
- ☆ انقل 10 mL من محلول NaOH بواسطة الماصة إلى الدورق المخروطي. ثم أضف قطرات من كاشف الفينولفثالين. وضعه أسفل السحاحة. ثم ضع ورقة بيضاء أسفل الدورق. ما الهدف منها ؟
- ☆ ابدأ المعايرة ، وذلك بإضافة (HCl) قطرة قطرة من السحاحة مع تحريك الدورق برفق.
- ☆ لماذا يجب تحريك محلول NaOH أثناء عملية المعايرة ؟
- ☆ حدد وسجل حجم HCl التقريبي اللازم للوصول إلى نقطة التعادل، والتي عندها يبدأ اختفاء اللون الوردي من المحلول ، ثم عين قيمة pH للمحلول الناتج.
- ☆ أعد عملية المعايرة ثلاث مرات بدقة متناهية ، ثم خذ المتوسط الحسابي لهذه المعايرات الثلاثة. لماذا تكرر عمليات المعايرة ؟
- ☆ إذا كانت قيمة pH للمحلول الناتج أقل من 7 فهل تكون عملية المعايرة صحيحة أم لا ؟
- ☆ ما هي الخطوات التي يجب اتباعها لإتمام عملية المعايرة في حالة اختلاف قيمة pH عن 7 .

الأمان والسلامة



المعدات والأدوات

- ✓ التعرف على الأدوات التي تستخدمها لقياس ونقل الحجم المحدد من المحاليل المطلوبة.
- ✓ التعرف على وظيفة كاشف الفينولفثالين في التجربة.
- ✓ استخدام الرقم الهيدروجيني في معرفة نوع المحاليل من حيث الصفة الحمضية أو القاعدية.

المهارات المرجح اكتسابها

- ✓ استخدام الأدوات - القنير - الملاحظة - الاستنتاج.

المواد والأدوات المستخدمة

- ✓ 50 mL محلول HCl غير معلوم التركيز - 100 mL محلول NaOH بتركيز 0.1 M - دورق مخروطي حجم 100 mL - عدد 3 دورق حجم 100 mL - قمع - سحاحة مع حامل - كاشف فينولفثالين - ماصة حجمية سعة 10 mL - مقياس pH .





أسئلة تقييمية

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة :

- ١) حمض الفوسفوريك H_3PO_4 من الأحماض
أ. أحادية البروتون
ب. ثنائية البروتون
ج. ثلاثية البروتون
د. عديد البروتون
- ٢) الرقم الهيدروجيني pH لمحلول حمضي
أ. 7
ب. 5
ج. 9
د. 14
- ٣) في تفاعل الأمونيا مع حمض الهيدروكلوريك يعتبر أيون الأمونيوم $(NH_4)^+$
أ. حمض مرافق
ب. قاعدة
ج. قاعدة مرافقة
د. حمض
- ٤) أحد الأحماض التالية يعتبر حمض قوى
أ. حمض الأميتيك
ب. حمض الكربونيك
ج. حمض النيتريك
د. حمض الستريك
- ٥) قيمة pH التي يكون عندها لون الفينولفثالين أحمر وردي
أ. 2
ب. 4
ج. 6
د. 9
- ٦) الحمض المرافق لـ HSO_4^- هو
أ. HSO_4^+
ب. SO_4^{2-}
ج. H_2SO_4
د. H^+

ثانياً: اكتب المصطلح العلمي :

- ١) المادة التي تحتوي على الهيدروجين ، والتي تولد الهيدروجين عند تفاعلها مع المعادن .
- ٢) مواد كيميائية يتغير لونها بتغيير نوع الوسط .



الباب الثالث المحاليل والأحماض والقواعد

٣) أسلوب للتعبير عن درجة الحموضة والقلوية بأرقام من صفر إلى 14.

٤) مادة لها قابلية لاكتساب (استقبال) بروتون.

٥) مادة لها القدرة على منح بروتون.

ثالثاً : فكر واستنتج سبباً واحداً على الأقل لكل مما يأتي :

١) يعتبر النشادر قاعدة رغم عدم احتوائه على مجموعة هيدروكسيد (OH^-) في تركيبه.

٢) حمض الهيدروكلوريك قوى بينما حمض الاسيتيك ضعيف.

٣) الرقم الهيدروجيني pH لمحلول كلوريد الأمونيوم أقل من 7.

٤) حمض الكبريتيك له نوعين من الأملاح.

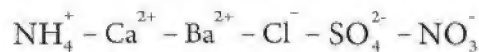
رابعاً : اجب عن الأسئلة التالية :

١) قارن بين تعريف الحمض والقاعدة في كل من نظرية أرهينيوس ونظرية برونشتد - لوري ، مع ذكر أمثلة والمعادلات المعبرة عن ذلك.

٢) حدد الشق الحمضي والشق القاعدي للأملاح التالية :

نترات بوتاسيوم - أسيتات صوديوم - كبريتات نحاس - فوسفات أمونيوم.

٣) استخدم الشقوق التالية في تكوين أملاح ، ثم اكتب أسماء هذه الأملاح :



١٠٣

الأنشطة والتدريبات - الباب الثالث



أسئلة مراجعة الباب الثالث

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة :

- ١) في الوسط المتعادل يكون الدليل الذى له لون بنفسجى هو
أ. عباد الشمس
ب. الفينولفثالين
ج. الميثيل البرتقالى
د. أزرق بروموثيمول
- ٢) الرقم الهيدروجينى pH لمحلول قاعدى
أ. 7
ب. 5
ج. 2
د. 8
- ٣) تتفاعل الأحماض مع أملاح الكربونات والبيكربونات ويتصاعد غاز
أ. الهيدروجين
ب. الأكسجين
ج. ثانى أكسيد الكربون
د. ثانى أكسيد الكبريت
- ٤) عند إذابة 20 g هيدروكسيد صوديوم فى كمية من الماء ثم اكمل المحلول حتى 250 mL يكون التركيز
[Na = 23 , O = 16 , H = 1]
أ. 1 M
ب. 0.5 M
ج. 2 M
د. 0.25 M
- ٥) الأحماض التالية جميعها قوية ما عدا
أ. HBr
ب. H_2CO_3
ج. $HClO_4$
د. HNO_3
- ٦) أى الأملاح الآتية يكون محلولاً قلوياً التأثير على عباد الشمس؟
أ. NH_4Cl
ب. K_2CO_3
ج. $NaNO_3$
د. KCl
- ٧) إذا أذيب 1 mol من كل من المواد التالية فى 1 L من الماء فأى منها يكون له الأثر الأكبر فى الضغط البخارى لمحلولها؟
أ. KBr
ب. $C_6H_{12}O_6$
ج. $MgCl_2$
د. $CaSO_4$





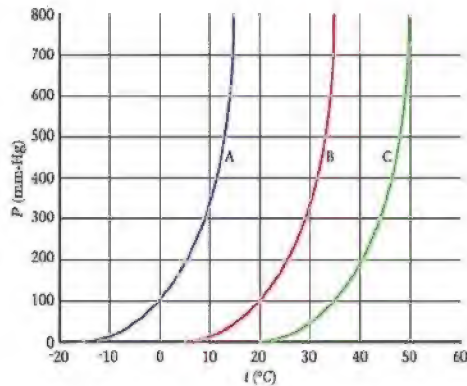
الباب الثالث المحاليل والأملاح والقواعد

ثانيًا : صوب ما تحته خط في العبارات الآتية :

- ١ يتغير لون دليل الفينولفثالين إلى اللون الأحمر عند وضعه في الوسط المتعادل.
- ٢ يعتبر حمض الكربونيك H_2CO_3 حمض ثلاثي البروتون.
- ٣ يعتبر حمض الستريك من الأحماض ثنائية البروتون.
- ٤ الحمض طبقًا لتعريف أرهينيوس هو المادة التي تذوب في الماء لتيّج أيون OH^- .
- ٥ تعتبر المحاليل ذات الرقم الهيدروجيني أعلى من 7 أحماض.
- ٦ تتفاعل الأحماض المخففة مع الفلزات النشطة وينتج غاز الأكسجين.
- ٧ التركيز المولالي للمحلول الذي يحتوى على 0.5 M من المذاب في 500 g من المذيب هو 2 mol / kg .

ثالثًا : اكتب المصطلح العلمي :

- ١ المادة التي تذوب في الماء لينطلق أيون الهيدروجين الموجب.
- ٢ حمض ضعيف أو قاعدة ضعيفة يتغير لونها بتغير قيمة pH للمحلول.
- ٣ المادة التي تنتج بعد أن يفقد الحمض بروتونًا.
- ٤ عدد مولات المذاب في كيلو جرام من المذيب.
- ٥ كتلة المذاب في 100 g من المذيب عند درجة حرارة معينة.



رابعًا : ادرس الشكل البياني الذي أمامك الذي يوضح التغير في الضغط البخاري لثلاث محاليل مختلفة مع درجة الحرارة ، ثم أجب عما يلي :

أ. أي المحاليل يغلي عند $15^\circ C$ علمًا بأن الضغط الجوي (760 mm.Hg).

ب. ما درجة غليان السائل B في الظروف العادية؟

ج. رتب المحاليل حسب التركيز.



١٠٥

الأنشطة والتدريبات - الباب الثالث

الأهداف العامة للباب الرابع :

في نهاية هذا الباب يُصبح الطالب قادرًا على أن :

- يتعرف المعادلة الكيميائية الحرارية.
- يتعرف التفاعلات الطاردة والتفاعلات الماصة للحرارة.
- يميز بين النظام والوسط المحيط.
- يقارن بين أنواع الأنظمة المختلفة (المفتوح - المغلق - المعزول).
- يتعرف القانون الأول للديناميكا الحرارية.
- يستنتج أن درجة الحرارة مقياس لمتوسط الطاقات الحركية لجزيئات النظام.
- يوضح العلاقة بين طاقة النظام وحركة جزيئاته.
- يتعرف الإنثالبي (المحتوى الحراري) المولاري.
- يطبق العلاقة التي تربط الحرارة النوعية والتغير الحراري.
- يحسب الحرارة الممتصة أو المنطلقة من النظام.
- يحقق قانون هس للجمع الحراري.

الباب الرابع

فصول الباب الرابع :



① المحتوى الحراري



② صور التغير في المحتوى الحراري

القضايا المتضمنة : مشكلة الطاقة

الطاقة الحرارية من الطاقات الهامة جداً بالنسبة للإنسان ، حيث نعتد في قيامنا بالعديد من الأنشطة المختلفة على الحرارة الناتجة من احتراق الغذاء ، كما نستخدمها في كثير من الأمور الحياتية ، حيث نستخدم في المنزل في عمليات التدفئة والتهوية والتجفيف، كما تعتمد عدد كبير من الصناعات على الطاقة الحرارية ، ولأهميتها بالنسبة للإنسان اهتم العلماء في فرع من فروع علم الكيمياء بدراسة التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الكيميائية والفيزيائية التي تحدث للمادة وسمى هذا الفرع بالكيمياء الحرارية.

لذا سنتناول في هذه الوحدة بعض المفاهيم الأساسية المتصلة بالكيمياء الحرارية، كما ستتعرف على بعض صور التغير في المحتوى الحراري ، وكيفية حساب التغير في المحتوى الحراري ببعض الطرق ، واستخدام المسعر الحراري في قياس التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الكيميائية والفيزيائية.

الكيمياء الحرارية Thermochemistry

المصطلحات الأساسية

Thermochemistry	الكيمياء الحرارية
System	النظام
Surrounding	الوسط المحيط
Isolated System	النظام المعزول
Openend System	النظام المفتوح
Closed System	النظام المغلق
Specific Heat	الحرارة النوعية
Heat Content	المحتوى الحراري
Heat of Solution	حرارة الذوبان
Heat of dilution	حرارة التخفيف
Heat of formation	حرارة التكوين
Heat of combustion	حرارة الاحتراق
Hess's Law	قانون هس
Bond Energy	طاقة الرابطة



كتاب الطالب - الباب الرابع



الفصل الأول : المحتوى الحرارى

Heat Content

نواحي التعلم

فى نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادراً على أن:

- ✶ يميز بين النظام والوسط المحيط.
- ✶ يقارن بين أنواع الأنظمة المختلفة (المفتوح - المغلق - المعزول).
- ✶ يتعرف القانون الأول للديناميكا الحرارية.
- ✶ يتعرف المعادلة الكيميائية الحرارية.
- ✶ يتعرف التفاعلات الطاردة والتفاعلات الماصة للحرارة.
- ✶ يوضح العلاقة بين طاقة النظام وحركة جزيئاته.
- ✶ يستنتج أن درجة الحرارة مقياس لمتوسط الطاقات الحركية لجزيئات النظام.
- ✶ يتعرف الإنتالبي (المحتوى الحرارى) المولارى.
- ✶ يطبق العلاقة التى تربط الحرارة النوعية والتغير المولارى.

المفاهيم الأساسية فى الكيمياء الحرارية:

جميع التغيرات الكيميائية والفيزيائية تصاحبها تغيرات فى الطاقة، والطاقة مهمة جداً لجميع الكائنات الحية، حيث لا نستطيع الحركة أو القيام بالأنشطة المختلفة سواء كانت ذهنية أو عضلية دون الحاجة إلى الطاقة الناتجة من احتراق السكريات داخل أجسامنا. والعلم الذى يهتم بدراسة الطاقة وكيفية انتقالها يسمى علم الديناميكا الحرارية، وقد اهتم العلماء بفرع من فروع الديناميكا الحرارية يتم فيه دراسة التغيرات الحرارية المصاحبة للتفاعلات الكيميائية والتغيرات الفيزيائية ويطلق عليه اسم (الكيمياء الحرارية) Thermochemistry.

قانون بقاء الطاقة:

تتعدد صور الطاقة، فمنها الطاقة الكيميائية والحرارية والضوئية والكهربائية والحركية، ولكن من خلال تصنيف الطاقة إلى صور مختلفة يمكنك أن تتصور أن كل صورة مستقلة بذاتها عن باقى الصور، ولكن يوجد علاقة بين جميع صور الطاقة، حيث تتحول الطاقة من صورة إلى أخرى، وهذا يقودنا إلى نص قانون بقاء الطاقة.

قانون بقاء الطاقة : الطاقة فى أى تحول كيميائى أو فيزيائى لا تفنى ولا تنشأ من العدم، بل تتحول من صورة إلى أخرى

ولكن ما علاقة التفاعل الكيميائى بالطاقة؟



المحتوى الحراري

معظم التفاعلات الكيميائية تكون مصحوبة بتغيرات في الطاقة ، حيث أن أغلب التفاعلات الكيميائية إما أن ينطلق منها طاقة أو تمتص طاقة ، ويحدث تبادل للطاقة بين وسط التفاعل والوسط الذي يحيط به ، حيث يسمى وسط التفاعل بالنظام والوسط الذي يحيط به يُعرف بالوسط المحيط .

✓ النظام (System) : هو جزء من الكون الذي يحدث فيه التغير الكيميائي أو الفيزيائي أو هو الجزء المحدد من المادة الذي توجه إليه الدراسة .

✓ الوسط المحيط (Surrounding) : هو الجزء الذي يحيط بالنظام ويتبادل معه الطاقة في شكل حرارة أو شغل .

في حالة التفاعلات الكيميائية يعبر النظام عن المتفاعلات والنواتج وحدود النظام تكون الكأس أو الدورق أو أنبوب الاختبار الذي يحدث به التفاعل ، بينما الوسط المحيط يكون أي شيء محيط بالتفاعل .

أنواع الأنظمة Types of systems :

✱ النظام المعزول (Isolated System) وهو الذي لا يسمح بانتقال أي من الطاقة أو المادة بين النظام والوسط المحيط .

✱ النظام المفتوح (Openend System) وهو النظام الذي يسمح بتبادل كل من المادة والطاقة بين النظام والوسط المحيط .

✱ النظام المغلق (Closed System) وهو الذي يسمح بتبادل الطاقة فقط بين النظام والوسط المحيط على صورة حرارة أو شغل .



▲ شكل (٢) أنواع الأنظمة



▲ شكل (١) العلاقة بين النظام والوسط المحيط

القانون الأول للديناميكا الحرارية First law of Thermodynamic :

أي تغير في طاقة النظام يكون مصحوبًا بتغير مماثل في طاقة الوسط المحيط ، ولكن بإشارة مخالفة حتى تظل الطاقة الكلية مقدارًا ثابتًا .

$$\Delta E_{\text{system}} = - \Delta E_{\text{surrounding}}$$

القانون الأول للديناميكا الحرارية (First law of Thermodynamic) : الطاقة الكلية لأي نظام معزول تظل ثابتة ، حتى لو تغير النظام من صورة إلى أخرى .

الحرارة ودرجة الحرارة : Heat and Temperature

يتوقف انتقال الحرارة من موضع لآخر على الفرق في درجة الحرارة بين الموضعين ، فما المقصود بدرجة الحرارة ؟ وما العلاقة بين درجة حرارة النظام وحركة جزيئاته ؟

درجة الحرارة (Temperature) : مقياس لمتوسط طاقة حركة جزيئات المادة ، يستدل منه على حالة الجسم من حيث السخونة أو البرودة.

جزيئات وذرات المواد دائمة الحركة والاهتزاز ؛ ولكنها متفاوتة السرعة في المادة الواحدة ، ويتكون النظام من مجموعة من الجزيئات المتفاعلة مع بعضها البعض . لذا كلما زاد متوسط حركة الجزيئات أدى ذلك لزيادة درجة الحرارة .

وتعتبر الحرارة **Heat** شكلاً من أشكال الطاقة ... ويمكن أن ينظر إليها على أنها طاقة في حالة انتقال بين جسمين مختلفين في درجة حرارتهما .

وكلما اكتسب النظام طاقة حرارية ازداد متوسط سرعة حركة الجزيئات ، والتي تُعبر عن الطاقة الحركية **Kinetic energy** للجزيئات ؛ مما يؤدي لارتفاع درجة حرارة النظام ، والعكس صحيح .
أي أن العلاقة طردية بين طاقة النظام وحركة جزيئاته .

وحدات قياس كمية الحرارة :

السعر calorie :

يعرف بأنه كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 g من الماء النقي 1°C ($15^{\circ}\text{C} : 16^{\circ}\text{C}$) .

الجول Joule :

ويعرف بأنه كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 g من الماء بمقدار 1°C $\frac{1}{4.18}$

$$1 \text{ cal} = 4.18 \text{ J}$$

الكمية الحرارية

تستخدم وحدة السعر الحراري Calorie عند حساب كمية الحرارة التي يتم الحصول عليها من الغذاء ، حيث يعتمد مستوى استهلاكك للسعرات الحرارية على مستوى نشاطك ، ففي يوم تقضيه في الأعمال المكتبية تستهلك 800 سعراً حرارياً (Calorie) ، بينما يستهلك عداء الماراثون 1800 سعراً حرارياً لإنهاء السباق .

$$1 \text{ Kcal} = 1000 \text{ cal}$$



الحرارة النوعية Specific Heat :

الحرارة النوعية : هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من المادة درجة واحدة مئوية



المحتوى الحرارى

الوحدة المستخدمة في قياس الحرارة النوعية هي $J/g^{\circ}C$. وتختلف الحرارة النوعية باختلاف نوع المادة ، والمادة التى لها حرارة نوعية كبيرة تحتاج إلى كمية كبيرة من الحرارة حتى ترتفع درجة حرارتها ويستغرق في ذلك مدة طويلة كما تستغرق وقتاً طويلاً حتى تفقد هذه الطاقة مرة أخرى ، بعكس المادة التى لها حرارة نوعية صغيرة .

المادة	الألومنيوم	الكربون	النحاس	الحديد	الماء (سائل)	الماء (الغاز)
الحرارة النوعية $J/g^{\circ}C$	0.9	0.711	0.385	0.444	4.18	2.01

▲ جدول (١) الحرارة النوعية لبعض المواد

حساب كمية الحرارة :

يمكن حساب كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة من النظام عن طريق استخدام القانون التالى:

$$q_p = m \cdot c \cdot \Delta T$$

حيث إن q_p تعبر عن كمية الحرارة المقاسة عند ضغط ثابت ، m الكتلة ، c الحرارة النوعية ، ΔT فرق درجات الحرارة وتحسب من العلاقة ($\Delta T = T_2 - T_1$) ، حيث T_1 الحرارة الابتدائية ، بينما T_2 الحرارة النهائية.

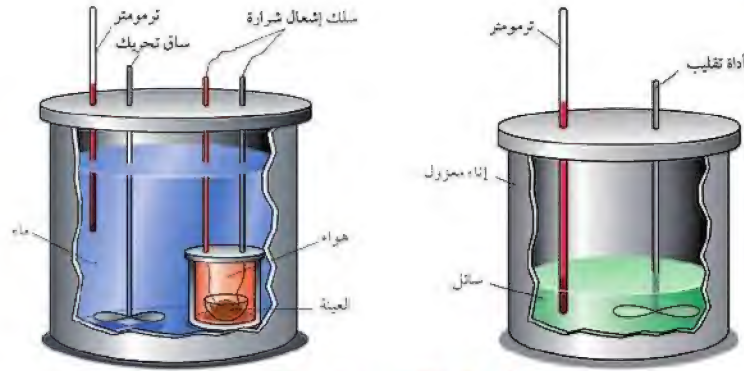
المسعر الحرارى :

يوفر المسعر نظاماً معزولاً يمكننا من قياس التغير في درجة حرارة النظام المعزول ، حيث يمنع فقد أو اكتساب أى قدر من الطاقة أو المادة مع الوسط المحيط ، وكذلك يمكننا من استخدام كمية معينة من المادة التى يتم معها التبادل الحرارى ، والتى تكون فى الغالب الماء ، وذلك بسبب ارتفاع حرارته النوعية مما يسمح له باكتساب وفقد كمية كبيرة من الطاقة ، ويتم حساب التغير فى درجة الحرارة عن طريق حساب الفرق بين درجة الحرارة النهائية والابتدائية ΔT .

ويوجد نوع آخر من المسعرات يسمى مسعر القنبلة (Bomb Calorimeter) يستخدم فى قياس حرارة احتراق بعض المواد ، حيث يجرى التفاعل باستخدام كميات معلومة من المادة المراد حرقها فى وفرة من الأكسجين تحت ضغط جوى ثابت ، والتى تكون موضوعة فى وعاء معزول من الصلب يسمى بوعاء الاحتراق ، ويتم إشعال المادة باستخدام سلك كهربي ، وتحاط غرفة الاحتراق بكمية معلومة من الماء.

مكونات المسعر الحرارى :

يتكون المسعر الحرارى من إناء معزول و ترمومتر وأداة للتقليب ويوضع بداخله سائل غالباً ما يكون ماء.



شكل (٣) المسعر الحرارى

التكوير واستنتاج

هل الحرارة النوعية ثابتة للمادة الواحدة حتى باختلاف كمية المادة أو الحالة الفيزيائية لها ؟

مثال:

عند إذابة مول من نترات الأمونيوم فى كمية من الماء ، وأكمل حجم المحلول إلى 100 ml من الماء انخفضت درجة الحرارة من 25°C إلى 17°C احسب كمية الحرارة المصاحبة لعملية الذوبان .

الحل:

فى المحاليل المخففة يتم حساب كتلة المليلتر من الماء على أنها تساوى واحد جرام باعتبار أن كثافة الماء = 1 g / ml .

$$q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$q = 100 \times 4.18 \times (17 - 25) = -3344 \text{ J}$$

$$q = -3.344 \text{ kJ/mol}$$

المحتوى الحرارى Heat Content

كل مادة كيميائية تختلف فى عدد ونوع الذرات الداخلة فى تركيبها ، كما تختلف فى نوع الترابط الموجود بين ذراتها عن غيرها من المواد ، ومن ثم فإن كل مادة بها قدر محدد من الطاقة يطلق عليه الطاقة الداخلية Internal Energy وهذا القدر من الطاقة هو محصلة عدة أنواع من الطاقة مخزنة داخل المادة .



المحتوى الحرارى

- ✱ الطاقة الكيميائية المخزنة في الذرة : وتتمثل في طاقة الإلكترونات في مستويات الطاقة ، والتي هي محصلة طاقة الحركة وطاقة الوضع للإلكترون في مستوى الطاقة.
 - ✱ الطاقة الكيميائية المخزنة في الجزيء : تتواجد الطاقة الكيميائية في الجزيء في الروابط الكيميائية التي تربط بين ذراته سواء كانت روابط تساهمية أو روابط أيونية.
 - ✱ قوى الربط بين الجزيئات : تعرف قوى الجذب بين جزيئات المادة بقوى جذب فاندرفال وهي عبارة عن طاقة وضع ، كما توجد قوى أخرى بين الجزيئات مثل الروابط الهيدروجينية ، وتعتمد هذه القوى على طبيعة الجزيئات ومدى قطبيتها .
- مما سبق يتضح أن :
- المادة تخزن قدرًا من الطاقة ، تنتج من طاقة الإلكترونات في مستويات الطاقة في الذرة ، وطاقة الروابط الكيميائية ، وطاقة التجاذب بين الجزيئات المكونة لها ، ويطلق على مجموع تلك الطاقات الموجود في مول من المادة بالمحتوى الحرارى للمادة أو الإنثالبي المولارى.

المحتوى الحرارى للمادة (H) (الإنثالبي المولارى) : مجموع الطاقات المخزنة في مول واحد من المادة.

ونظرًا لاختلاف جزيئات المواد في نوع الذرات أو عددها أو أنواع الروابط فيها ، فإنه من الطبيعي أن يختلف المحتوى الحرارى للمواد المختلفة ، ومن غير الممكن عمليًا قياس المحتوى الحرارى أو الطاقة المخزنة في مادة معينة ، ولكن ما يمكننا قياسه هو التغير الحادث للمحتوى الحرارى أثناء التغيرات المختلفة التى تطرأ على المادة.

التغير في المحتوى الحرارى (ΔH) : هو الفرق بين مجموع المحتوى الحرارى للمواد الناتجة ومجموع المحتوى الحرارى للمواد المتفاعلة.

أى أن :

التغير في المحتوى الحرارى = المحتوى الحرارى للنواتج - المحتوى الحرارى للمتفاعلات

$$\Delta H = H_{\text{products}} - H_{\text{reactants}}$$

التغير في المحتوى الحرارى القياسى ΔH° :

اتفق العلماء على أن يتم مقارنة قيم ΔH للتفاعلات المختلفة تحت ظروف قياسية واحدة وهي :

✱ ضغط يعادل الضغط الجوى 1 atm .

✱ درجة حرارة الغرفة 25°C .

✱ تركيز المحلول 1 M .

اعتبر العلماء أن المحتوى الحرارى للعنصر = صفر .

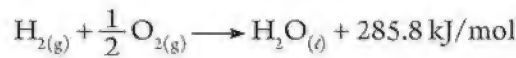
$$\Delta H^{\circ} = \frac{\Delta q_p}{n}$$

إذا كانت Δq_p كمية الحرارة ، n عدد المولات فإن

ويمكن تقسيم التغيرات الحرارية المصاحبة للتفاعلات الكيميائية إلى نوعين :

أولاً : التفاعلات الطاردة للحرارة Exthothermic Reaction :

هى التفاعلات التى ينطلق منها حرارة كأحد نواتج التفاعل إلى الوسط المحيط فترتفع درجة حرارته. ومن أمثلتها تفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الأكسجين لتكوين الماء ، حيث يتفاعل 1 mol من غاز الهيدروجين (H_2) مع $\frac{1}{2}$ mol من غاز الأكسجين (O_2) ليتكون 1 mol من الماء (H_2O) وينطلق 285.8 kJ/mol من الحرارة ، كما بالمعادلة التالية :

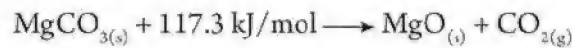


من المعادلة السابقة نتوصل إلى ما يلى :

- ✱ تنتقل الحرارة من النظام إلى الوسط المحيط ، مما يؤدي إلى نقص درجة حرارة النظام وارتفاع درجة حرارة الوسط المحيط.
- ✱ مجموع المحتويات الحرارية للمواد الناتجة أقل من مجموع المحتويات الحرارية للمواد المتفاعلة ، وطبقاً لقانون بقاء الطاقة فإن التفاعل سوف ينتج عنه قدرًا من الحرارة لتعويض النقص فى حرارة النواتج.
- ✱ يتم التعبير عن التغير فى المحتوى الحرارى (ΔH°) بإشارة سالبة.

ثانياً : التفاعلات الماصة للحرارة Endothermic Reaction :

هى التفاعلات التى يتم فيها امتصاص حرارة من الوسط المحيط مما يؤدي إلى انخفاض درجة حرارته. ومن أمثلة التفاعلات الماصة للحرارة تفاعل تفكك كربونات الماغنسيوم ($MgCO_3$) إلى أكسيد الماغنسيوم (MgO) وثنائى أكسيد الكربون (CO_2) ، حيث يحتاج كل 1 mol من ($MgCO_3$) إلى امتصاص 117.3 kJ/mol من الطاقة ليتفكك ويعطى 1 mol من (MgO) و 1 mol من (CO_2) ، كما بالمعادلة التالية :

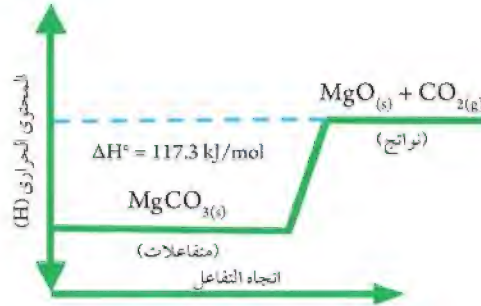


ومن المعادلة السابقة نتوصل إلى ما يلى:

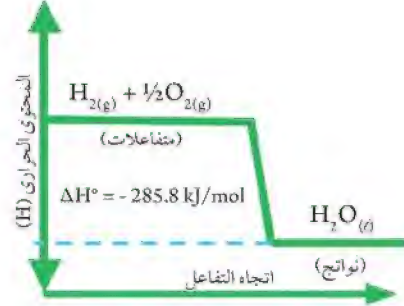
- ✱ تنتقل الحرارة من الوسط المحيط إلى النظام ، فيكتسب النظام طاقة حرارية ويفقد الوسط المحيط طاقة.
- ✱ مجموع المحتويات الحرارية للمواد الناتجة أعلى من مجموع المحتويات الحرارية للمواد المتفاعلة ، وطبقاً لقانون بقاء الطاقة فإن التفاعل سوف يمتص قدرًا من الحرارة لتعويض النقص فى حرارة المتفاعلات.
- ✱ يتم التعبير عن التغير فى المحتوى الحرارى (ΔH°) بإشارة موجبة.



المحتوى الحراري



▲ شكل (٥) مخطط تفاعل ماص للحرارة



▲ شكل (٤) مخطط تفاعل طارد للحرارة

ويمكن توضيح العلاقة بين المحتوى الحراري للمتفاعلات والنواتج والفرق بينهما (ΔH°) من العلاقة التالية:

$$\Delta H^\circ = H_p - H_r$$

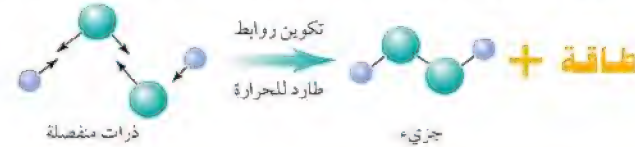
المحتوى الحراري وطاقة الرابطة :

يحدث كسر للروابط الموجودة في المواد المتفاعلة لتكوين روابط جديدة في النواتج ، حيث تحتزن الرابطة الكيميائية طاقة وضع كيميائية.

✳ أثناء كسر الرابطة يتم امتصاص مقدار من الطاقة من الوسط المحيط حتى يتم كسر الرابطة.



✳ أثناء تكوين الرابطة تنطلق طاقة إلى الوسط المحيط (تزداد درجة حرارة الوسط المحيط) .



طاقة الرابطة : هي الطاقة اللازمة لكسر الروابط أو الناتجة عن تكوين الروابط في مول واحد من المادة.

وتختلف طاقة الرابطة الواحدة تبعاً لنوع المركب أو حالته الفيزيائية ؛ لذلك اتفق العلماء على استخدام متوسط طاقة الرابطة بدلاً من طاقة الرابطة ، والجدول (٢) يوضح متوسط الطاقة لبعض الروابط :

الرابطة	متوسط طاقة الرابطة kJ /mol	الرابطة	متوسط طاقة الرابطة kJ /mol
C — C	346	H — H	432
C = C	610	C — O	358
C ≡ C	835	C = O	803
C — H	413	O — H	467
N — H	389	O = O	498

▲ جدول (٢) متوسط الطاقة لبعض الروابط (للايضاح فقط)

- ❖ في حالة انطلاق طاقة عند تكوين روابط النواتج أكبر من الطاقة اللازمة لكسر روابط المتفاعلات تنطلق طاقة مساوية للفرق بين العمليتين ، ويكون التفاعل طارداً للحرارة ، وتكون ΔH° سالبة.
- ❖ عندما يتم امتصاص طاقة أكبر عند تكسير روابط المتفاعلات ، عما يتم انطلاقه عند تكوين الروابط في النواتج ، يكون التفاعل ماصاً للحرارة وتكون ΔH° موجبة.

مثال:

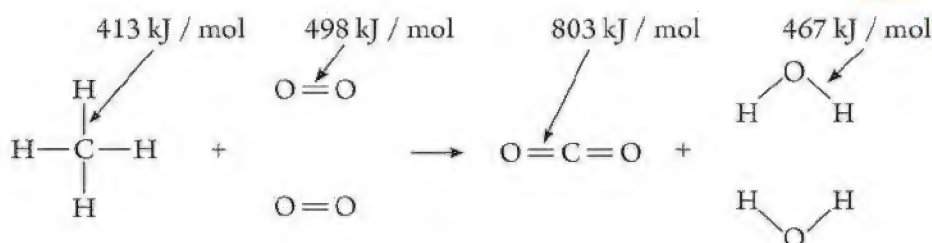
احسب حرارة التفاعل التالي ، وحدد ما إذا كان التفاعل طارداً أو ماصاً للحرارة.



علماً بأن طاقة الروابط مقدرة بوحدة kJ /mol كما يلي :

(C = O) 803 , (O — H) 467 , (C — H) 413 , (O = O) 498

الحل:



الطاقة اللازمة لكسر روابط المتفاعلات = $[4 \times (\text{C} - \text{H})] + [2 \times (\text{O} = \text{O})]$

$$2648 \text{ kJ} = [4 \times 413] + [2 \times 498] =$$

الطاقة الناتجة عن تكوين الروابط في النواتج = $[2 \times (\text{C} = \text{O})] + [2 \times 2 (\text{O} - \text{H})]$

$$3474 \text{ kJ} = [2 \times 803] + [2 \times 2 \times 467] =$$

$$(\Delta H) = (+ 2648) + (- 3474) = - 826 \text{ kJ/mol}$$

وبذلك يكون التفاعل طارداً للحرارة ؛ لأن إشارة (ΔH) سالبة .

**المعادلة الكيميائية الحرارية Thermochemical Equation :**

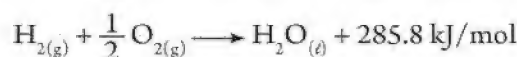
لاحظ المعادلة التالية ، ثم استنتج المقصود بالمعادلة الحرارية ، وشروطها؟



المعادلة الكيميائية الحرارية : هي معادلة كيميائية رمزية تتضمن التغير الحراري المصاحب للتفاعل ويمثل في المعادلة كأحد المتفاعلات أو النواتج.

يشترط في المعادلة الكيميائية الحرارية ما يلي :

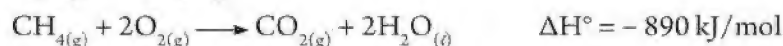
✧ يجب أن تكون موزونة ، والمعاملات في المعادلة الكيميائية الحرارية الموزونة تمثل عدد مولات المتفاعلات والنواتج ، ولا تمثل عدد الجزيئات ؛ لذلك يمكن عند الحاجة كتابة هذه المعاملات ككسور وليس بالضرورة أعدادًا صحيحة ، كما بالمثال التالي :



✧ يجب ذكر الحالة الفيزيائية للمواد الداخلة في التفاعل والنتيجة منه ، ويستخدم لذلك بعض الرموز التي تدل على هذه الحالة مثل : s ، l ، g ، aq ، ويعود السبب في ذلك لأن المحتوى الحراري يتغير بتغير الحالة الفيزيائية للمادة مما يؤثر على قيمة التغير الحراري ، والمثال التالي يوضح ذلك :



✧ توضح قيمة وإشارة التغير في المحتوى الحراري (ΔH°) للتفاعل الكيميائي أو للتغيرات الفيزيائية ، أي أن تكون ذات إشارة موجبة أو سالبة ، فالإشارة الموجبة تعني أن التفاعل ماص للحرارة ، بينما الإشارة السالبة تعني أن التفاعل طارد للحرارة ، كما في الأمثلة التالية :



✧ عند ضرب أو قسمة طرفي المعادلة بمعامل عددي معين يجب أن تجرى نفس العملية على قيمة التغير في المحتوى الحراري ، كما يلي :



✧ يمكن عكس اتجاه سير المعادلة الحرارية ، وفي هذه الحالة يتم تغيير إشارة التغير في المحتوى الحراري ΔH كما بالمثال التالي :



الفصل الثاني: صور التغير في المحتوى الحرارى

Forms of Changes in Heat Content

نواحي التقاطع

فى نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادراً على أن:

تـ يحسب الحرارة الممتصة او المتطلقة من النظام.

تـ يستنتج التغير فى المحتوى الحرارى للنظام من متوسطات المحتوى الحرارى.

تـ يحقق قانون هس للجمع الحرارى.

يعتبر حساب التغير فى المحتوى الحرارى من الأمور المهمة ، فالتعرف على التغير فى المحتوى الحرارى المصاحب لاحتراق أنواع الوقود المختلفة يساعد عند تصميم المحركات فى معرفة أى نوع من الوقود ملائم لها ، كما يساعد رجال الإطفاء فى التعرف على كمية الحرارة المصاحبة لاحتراق المواد المختلفة ، مما يساعدهم فى اختيار أنسب الطرق لمكافحة الحريق ، وتختلف صور التغير فى المحتوى الحرارى تبعاً لنوع التغير الحادث فيزيائياً أم كيميائياً .



▲ شكل (٦) تحول الطاقة الكيميائية المخزنة فى الوقود إلى طاقة حرارية

التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الفيزيائية

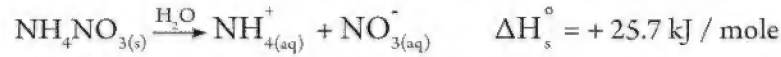
من أمثلة التغيرات الفيزيائية الذوبان والتخفيف وتغير الحالة الفيزيائية للمواد وسوف ندرس بشيء من التفصيل التغيرات الحرارية المصاحبة لكل منها :



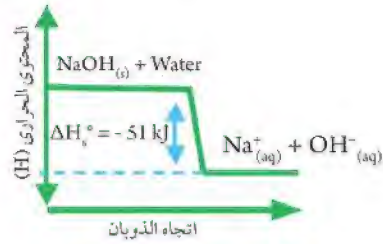
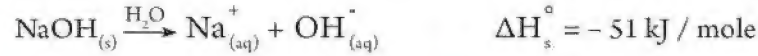
حرارة الذوبان القياسية : Standard heat of Solution

حرارة الذوبان القياسية ΔH_s° : هى كمية الحرارة المتطلقة أو الممتصة عند إذابة مول واحد من المذاب فى قدر معين من المذيب للحصول على محلول مشبع تحت الظروف القياسية.

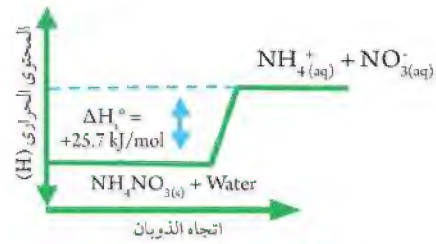
عند إذابة نترات الأمونيوم (NH_4NO_3) فى الماء ، تنخفض درجة حرارة المحلول ، ويسمى الذوبان فى هذه الحالة بذوبان ماص للحرارة يعبر عنه بالمعادلة التالية :



وعند إذابة هيدروكسيد الصوديوم (NaOH) فى الماء ترتفع درجة حرارة المحلول ، ويسمى الذوبان فى هذه الحالة بذوبان طارد للحرارة يعبر عنه بالمعادلة التالية :



▲ شكل (٨) ذوبان هيدروكسيد الصوديوم طارد للحرارة



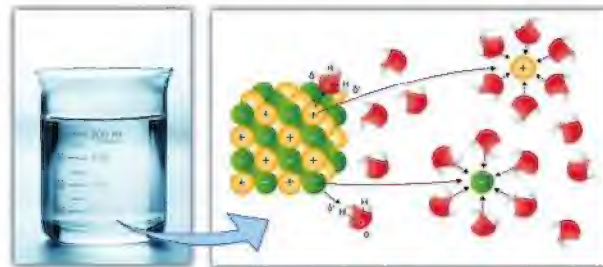
▲ شكل (٧) ذوبان نترات الأمونيوم ماص للحرارة

ويمكن تفسير حرارة الذوبان فى الخطوات التالية :

فصل جزيئات المذيب : وهى عملية ماصة للحرارة تحتاج إلى طاقة للتغلب على قوى التجاذب بين جزيئات المذيب ويرمز لها بالرمز ΔH_1 .

فصل جزيئات المذاب : وهى عملية ماصة للحرارة أيضاً تحتاج إلى طاقة للتغلب على قوى التجاذب بين جسيمات المذاب ويرمز لها بالرمز ΔH_2 .

عملية الإذابة : وهى عملية طاردة للحرارة ، نتيجة لإنطلاق طاقة عند ارتباط جسيمات المذيب بجزيئات المذاب ويرمز لها بالرمز ΔH_3 . ويطلق عليها طاقة الإماهة إذا كان المذيب هو الماء .



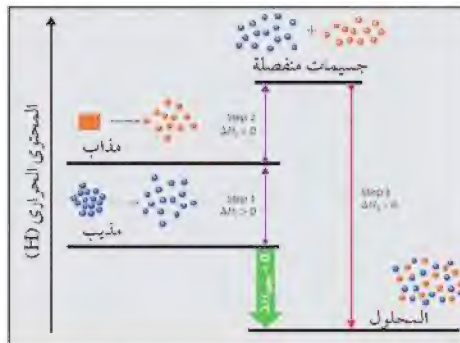
▲ شكل (٩) عملية الإذابة

وتتوقف قيمة حرارة الذوبان ΔH_f على محصلة هذه العمليات :

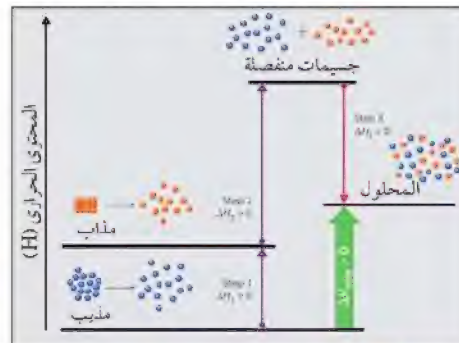
✳ إذا كانت $\Delta H_1 + \Delta H_2 > \Delta H_3$ يكون الذوبان ماص للحرارة.

✳ إذا كانت $\Delta H_1 + \Delta H_2 < \Delta H_3$ يكون الذوبان طارد للحرارة.

والمخطط التالي يوضح ذوبان ماص للحرارة وآخر طارد للحرارة.



▲ شكل (١١) مخطط ذوبان طارد للحرارة



▲ شكل (١٠) مخطط ذوبان ماص للحرارة

تطبيق عملي

يتم استخدام أكياس جاهزة تعمل كمعدات باردة ، حيث تحتوي هذه الأكياس على طبقتين يفصل بينهما غشاء رقيق يكون في إحداهما نترات الأمونيوم والأخرى ماء ، وعند الحاجة إليها يتم الضغط عليها فيتمزق الغشاء الفاصل وبذلك يسمح للمادتين بالاختلاط ومن ثم تنخفض درجة الحرارة نظرًا لكونه ذوبانًا ماصًا للحرارة ، كما يتوفر كذلك أكياس كمادات ساخنة ، حيث تحتوي هذه الأكياس على كلوريد الكالسيوم والماء وفي هذه الحالة يكون الذوبان طاردًا للحرارة.



ويمكن حساب حرارة الذوبان باستخدام العلاقة : $q = m \cdot c \cdot \Delta T$

✳ في المحاليل المخففة يمكن التعبير عن كتلة المحلول (m) بدلالة الحجم ؛ لأن كثافة الماء في الظروف العادية تساوي الواحد الصحيح.

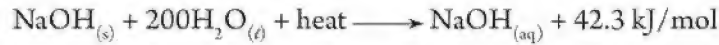


- ❖ يمكن اعتبار الحرارة النوعية للمحلول مساوية أيضاً للحرارة النوعية للماء $4.18 \text{ J / g}^\circ\text{C}$
- ❖ إذا كان المحلول تركيزه 1 مولر (1 mol / L) أى أن كمية المادة المذابة (1 mol) والمحلول الناتج حجمه (1 L) فإن كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة فى هذه الحالة تسمى حرارة الذوبان المولارية.

حرارة الذوبان المولارية : هى التغير الحرارى الناتج عن ذوبان مول من المذاب لتكوين لتر من المحلول.

حرارة التخفيف القياسية Standard heat of dilution :

ادرس المثالين التاليين واللذين يوضحان اختلاف حرارة الذوبان باختلاف كمية المذيب ، ثم حاول التوصل إلى تأثير التخفيف على التغير فى المحتوى الحرارى



فى المحلول المركز تتقارب أيونات المذاب من بعضها ، وعند إضافة كمية أخرى من المذيب (تخفيف) تتباعد الأيونات عن بعضها وهذا يحتاج إلى طاقة تسمى طاقة إبعاد الأيونات وهى طاقة ممتصة ، وبزيادة عدد جزيئات المذيب ترتبط الأيونات بعدد أكبر من جزيئاته وتنطلق كمية من الحرارة ، والتغير فى المحتوى الحرارى هو محصلة هاتين العمليتين ويمكن تعريف حرارة التخفيف القياسية على أنها :

حرارة التخفيف القياسية ΔH_{dil} : كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة لكل واحد مول من المذاب عند تخفيف المحلول من تركيز أعلى إلى تركيز آخر أقل بشرط أن يكون فى حالته القياسية.

التغيرات الحرارية المصاحبة للتغيرات الكيميائية

سنتناول فيما يلى التغيرات الحرارية المصاحبة لبعض التغيرات الكيميائية مثل :

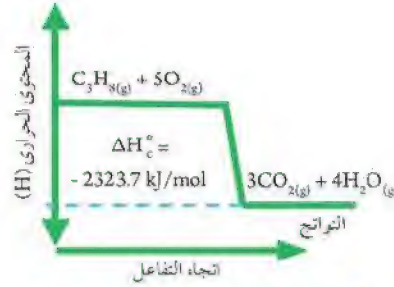
حرارة الاحتراق القياسية Standard heat of combustion :

الاحتراق هو عملية اتحاد سريع للمادة مع الأكسجين ، وينتج عن احتراق العناصر والمركبات احتراقاً تاماً إنطلاق كمية كبيرة من الطاقة تكون فى صورة حرارة أو ضوء ، وتعرف الحرارة المنطلقة بحرارة الاحتراق (ΔH_c) .

وتعرف حرارة الاحتراق القياسية كما يلى :

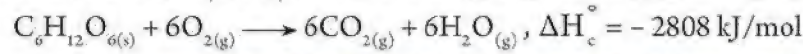
حرارة الاحتراق القياسية ΔH_c° : كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة احتراقاً تاماً فى وفرة من الأكسجين تحت الظروف القياسية.

ومن أمثلة تفاعلات الاحتراق التى نستخدمها فى حياتنا اليومية احتراق غاز البوتاجاز (وهو خليط من البروبان C_3H_8 والبيوتان C_4H_{10}) مع أكسجين الهواء الجوى لإنتاج كمية كبيرة من الحرارة التى يتم استخدامها فى طهى الطعام وغيرها من الاستخدامات ، والمعادلة التالية تمثل احتراق غاز البروبان احتراقاً تاماً فى وفرة من غاز الأكسجين : $\text{C}_3\text{H}_{8(g)} + 5\text{O}_{2(g)} \longrightarrow 3\text{CO}_{2(g)} + 4\text{H}_2\text{O}_{(g)} + 2323.7 \text{ kJ/mol}$



▲ شكل (١٢) مخطط احتراق غاز البروبان

ومن تفاعلات الاحتراق المهمة أيضًا احتراق الجلوكوز $C_6H_{12}O_6$ داخل جسم الكائنات الحية احتراق تام في وفرة من الأكسجين لإمداد الكائن الحي بالطاقة اللازمة للقيام بالمهام الحيوية، كما بالمعادلة التالية :



حرارة التكوين القياسية Standard heat of formation :

التغير الحرارى المصاحب لتكوين المركب من عناصره الأولية يسمى بحرارة التكوين (ΔH_f°)، ويمكن تعريف حرارة التكوين القياسية كما يلي :

حرارة التكوين القياسية ΔH_f° : كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد من المركب من عناصره الأولية بشرط أن تكون هذه العناصر في حالتها القياسية.

العلاقة بين حرارة التكوين وثبات المركبات :

حرارة تكوين المركب هي المحتوى الحرارى له ، وقد لاحظ العلماء من خلال نتائج التجارب أن المركبات التي تمتلك حرارة تكوين سالبة تكون أكثر ثباتًا واستقرارًا عند درجة حرارة الغرفة ولا تميل إلى التفكك لأن المحتوى الحرارى لها يكون صغيرًا ، بعكس المركبات التي تمتلك حرارة تكوين موجبة ، حيث تميل إلى الانحلال التلقائي إلى عناصرها الأولية عند درجة حرارة الغرفة. ومعظم التفاعلات تسير في اتجاه تكوين المركبات الأكثر ثباتًا.

استخدام حرارة التكوين القياسية (H_f°) في حساب التغير في المحتوى الحرارى :

حرارة التكوين القياسية لجميع العناصر تكون مساوية للصفر في الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة أى عندما يكون العنصر عند درجة حرارة 25°C وضغط جوى 1 atm .

وحيث أن التغير في المحتوى الحرارى يمكن حسابه من العلاقة التالية :

$$(\Delta H) = \text{المحتوى الحرارى للناتج} - \text{المحتوى الحرارى للمتفاعلات}$$

كذلك يمكن حساب التغير في المحتوى الحرارى للمركبات باستخدام حرارة التكوين من العلاقة التالية :

$$(\Delta H) = \text{المجموع الجبرى لحرارة تكوين النواتج} - \text{المجموع الجبرى لحرارة تكوين المتفاعلات}.$$



مثال:

إذا كانت حرارة تكوين الميثان kJ/mol (-74.6) وثانى أكسيد الكربون kJ/mol (-393.5) وبخار الماء kJ/mol (-241.8) احسب التغير فى المحتوى الحرارى للتفاعل الموضح فى المعادلة التالية:



الحل:

$$\begin{aligned} (\Delta H_f) &= \text{المجموع الجبرى لحرارة تكوين النواتج} - \text{المجموع الجبرى لحرارة تكوين المتفاعلات} \\ &= (\text{CH}_4 + 2\text{O}_2) - (\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}) = \\ 802.5 \text{ kJ/mol} &= [(-74.6) + (2 \times 0)] - [(-393.5) + (2 \times -241.8)] = \end{aligned}$$

قانون هس (المجموع الجبرى الثابت للحرارة) Hess's Law

يلجأ العلماء فى كثير من الأحيان إلى استخدام طرق غير مباشرة لحساب حرارة التفاعل ، وذلك لعدة أسباب منها :

- ✱ اختلاط المواد المتفاعلة أو الناتجة بمواد أخرى .
- ✱ بعض التفاعلات تحدث ببطء شديد وتحتاج إلى وقت طويل مثل تكوين الصدأ .
- ✱ وجود مخاطر عند قياس حرارة التفاعل بطريقة تجريبية .
- ✱ وجود صعوبة عند قياس حرارة التفاعل فى الظروف العادية من الضغط ودرجة الحرارة .
- ولغرض قياس التغير الحرارى لمثل هذه التفاعلات استخدم العلماء ما يعرف بقانون هس .

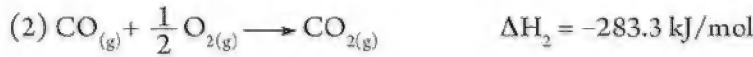
قانون هس : حرارة التفاعل مقدار ثابت فى الظروف القياسية سواء تم التفاعل على خطوة واحدة أو عدة خطوات .

والصيغة الرياضية لقانون هس يمكن التعبير عنها كما يلى : $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \dots$ وترجع أهمية هذا القانون إلى إمكانية حساب التغير فى المحتوى الحرارى (ΔH°) للتفاعلات التى لا يمكن قياسها بطريقة مباشرة ، وذلك باستخدام تفاعلات أخرى يمكن قياس حرارة كل منها . ويمكن توضيح مفهوم قانون هس من خلال المثالين التاليين :



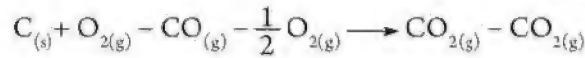
مثال (١):

في ضوء فهمك لقانون هس، احسب حرارة تكوين أول أكسيد الكربون CO من المعادلتين التاليتين:



الحل:

ب طرح المعادلتين جبرياً:



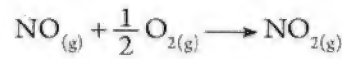
$$\Delta H = \Delta H_1 - \Delta H_2 = -393.5 - (-283.3) = -110.5 \text{ kJ/mol}$$

ونقل $\text{CO}_{(g)}$ من الطرف الأيسر للمعادلة إلى الطرف الأيمن:

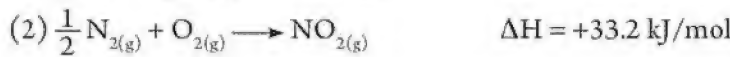
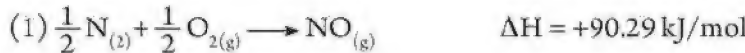


مثال (٢):

احسب حرارة احتراق غاز أكسيد النيتريك NO تبعاً للمعادلة الآتية:



بمعلومية المعادلتين الحراريتين التاليتين:



الحل:

ب طرح المعادلة (1) من (2):



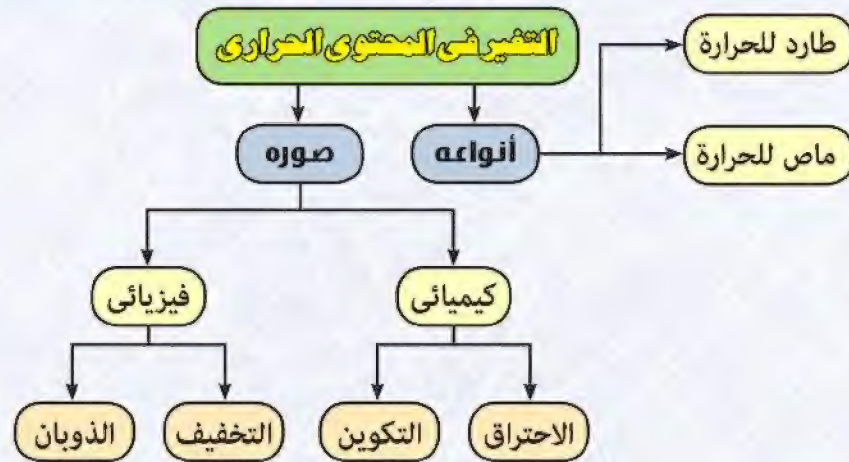
ونقل $\text{NO}_{(g)}$ للطرف الأيسر بإشارة مخالفة:



المصطلحات الأساسية في الباب الرابع

- ✧ **الكيمياء الحرارية** : فرع من فروع الديناميكا الحرارية ، يتم فيه دراسة التغيرات الحرارية المصاحبة للتفاعلات الكيميائية والتغيرات الفيزيائية.
- ✧ **القانون الأول للديناميكا الحرارية** : الطاقة الكلية لأي نظام معزول تظل ثابتة ، حتى لو تغير النظام من صورة إلى أخرى.
- ✧ **المحتوى الحراري للمادة** : مجموع الطاقات المختزنة في مول واحد من المادة.
- ✧ **حرارة الذوبان القياسية** : كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند إذابة مول واحد من المذاب في قدر معين من المذيب للحصول على محلول مشبع تحت الظروف القياسية.
- ✧ **حرارة التخفيف القياسية** : كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة لكل واحد مول من المذاب عند تخفيف المحلول من تركيز أعلى إلى تركيز آخر أقل بشرط أن يكون في حالته القياسية.
- ✧ **حرارة الاحتراق القياسية** : كمية الحرارة المنطلقة عند احتراق مول واحد من المادة احتراقاً تاماً في وفرة من الأكسجين تحت الظروف القياسية.
- ✧ **حرارة التكوين القياسية** : كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد من المادة من عناصرها الأولية بشرط أن تكون هذه المواد في حالتها القياسية.
- ✧ **قانون هس** : حرارة التفاعل مقدار ثابت في الظروف القياسية سواء تم التفاعل على خطوة واحدة أو عدة خطوات.

مخطط تنظيمي للباب الرابع





أنشطة وأسئلة الباب الرابع

الفصل الأول : المحتوى الحرارى

نشاط معمل : التفاعلات الطاردة للحرارة



خطوات إجراء النشاط :

- ✱ عين كتلة 20 g من أكسيد الكالسيوم وضعه فى إناء معدنى.
- ✱ ضع قطعة من ورق الألومنيوم على سطح أكسيد الكالسيوم بحيث يكون ملاصق له.
- ✱ اضع كمية من الماء على أكسيد الكالسيوم.
- ✱ ضع قطعة الزبد فوق ورق الألومنيوم.
- ✱ لاحظ ما يحدث لقطعة الزبد ؟

الملاحظة :

تحليل البيانات :

- ✱ هل يعتبر هذا التفاعل طارد أم ماص للحرارة ولماذا ؟

الاستنتاج :

السلامة والأمان



الهدف من النشاط

- ✗ التعرف على التفاعلات الطاردة للحرارة.

المهارات المرجع اكتسابها

- ✗ فرض الفروض - التنبؤ - الملاحظة - الاستنتاج - تسجيل البيانات - تحليل البيانات.

المواد والأدوات المستخدمة

- ✗ أكسيد الكالسيوم - ميزان - إناء معدنى - ورق الألومنيوم - قطعة زبد .





الباب الرابع الكيمياء الحرارية

نشاط معمل : التفاعلات الماصة للحرارة



خطوات إجراء النشاط :

- عين كتلة 53g من بيكربونات صوديوم وضعه في دورق مخروطي.
- ضع الدورق على قطعة خشب رقيقة مبللة بالماء ولاحظ ما يحدث.
- الملاحظة :

- كرر الخطوات السابقة مع استخدام كلوريد الأمونيوم بدلاً من بيكربونات الصوديوم.

تحليل البيانات :

- هل يعتبر هذا التفاعل طارد أم ماص للحرارة ولماذا؟

الاستنتاج :

الأمان والسلامة



المهدف من النشاط

- التعرف على التفاعلات الماصة للحرارة.

المهارات المرجوة (المستهدفة)

- فرض الفروض - التنبؤ - الملاحظة - الاستنتاج - تسجيل البيانات - تحليل البيانات.

المواد والأدوات المستخدمة

- دورق مخروطي - كربونات صوديوم - كلوريد أمونيوم - قطعة خشب رقيقة.



١٢٧

الأنشطة والمسابقات - الباب الرابع



أسئلة تقييمية

أولاً: اختر الإجابة الصحيحة :

١ وحدة قياس الحرارة النوعية هي

أ. Joule ب. J/mol

ج. J/°K د. J/g°C

٢ أى المواد التالية له حرارة نوعية أكبر

أ. 1 g ماء ب. 1 g حديد

ج. 1 g ألومنيوم د. 1 g زئبق

٣ فى التفاعلات الطاردة للحرارة

أ. تنتقل الحرارة للنظام من الوسط المحيط.

ب. تنتقل الحرارة من النظام للوسط المحيط.

ج. لا تنتقل الحرارة من أو إلى النظام.

د. تنتقل الحرارة من وإلى النظام فى نفس الوقت.

٤ فى النظام المعزول

أ. يحدث تبادل كل من الحرارة والمادة مع الوسط المحيط.

ب. يحدث تبادل للحرارة مع الوسط المحيط.

ج. يحدث تبادل للمادة مع الوسط المحيط.

د. لا يحدث تبادل للحرارة أو المادة مع الوسط المحيط.

٥ المقصود بالظروف القياسية للتفاعل

أ. تحت ضغط 1 atm ودرجة حرارة 0°C

ب. تحت ضغط 1 atm ودرجة حرارة 25°C

ج. تحت ضغط 1 atm ودرجة حرارة 100°C

د. تحت ضغط 1 atm ودرجة حرارة 273°C





الباب الرابع الكيمياء الحرارية

ثانيًا : أسئلة متنوعة :

١ إذا علمت أن الحرارة النوعية للبلاتين $0.133 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ ، والتيتانيوم $0.528 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ ، والزنك $0.388 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ ، فإذا كان لدينا عينة كتلتها 70 g من كل معدن عند درجة حرارة الغرفة ، أى المعادن ترتفع حرارته أولاً عند تسخينهم تحت نفس الظروف ، مع ذكر السبب؟

٢ وضح كيف أن عملية كسر وتكوين الرابطة المصاحبة للتفاعل الكيميائي تحدد نوع التفاعل إذا ما كان ماصاً للحرارة أو طارداً للحرارة.

٣ ما معنى أن ؟

أ. متوسط طاقة الرابطة في $\text{C} - \text{C}$ هي 346 kJ/mol

ب. الحرارة النوعية للماء $4.18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$

ثالثًا : فكر واستنتج:

١ يتسبب الماء في اعتدال المناخ في المناطق الساحلية شتاءً وصيفاً؟ فسر إجابتك.

٢ في الترمومتر الطبي، هل النظام مفتوح أم مغلق؟

٣ متى تتساوى قيمة التغير في المحتوى الحرارى للتفاعل والإحتراق.

٤ يقوم المزارعون في البلدان ذات الجو شديد البرودة برش أشجار الفاكهة بقليل من الماء.





الفصل الثاني : صور التغير في المحتوى الحرارى

نشاط معمل : حرارة الذوبان



خطوات إجراء النشاط :

- ✱ عين كتلة كوب الفوم بالغطاء، ثم ضع فيها 50 mL من الماء المقطر، ثم ضع الغطاء، وعين كتلة الكوب مرة أخرى.
- ✱ ضع كوب الفوم الأول بداخل كوب ثانى أكبر مع وضع بعض القطن بينهما كعازل ، وسجل درجة حرارة الماء باستخدام الترمومتر الكحولى.
- ✱ عين كتلة 4 g من كلوريد الكالسيوم ، ثم أضفها إلى الماء مع التحريك ، ثم عين درجة حرارة المحلول بعد التأكد من ذوبان المادة بالكامل.
- ✱ لاحظ التغير في درجة حرارة الماء بعد ذوبان كلوريد الكالسيوم.

الملاحظة :

تسجيل البيانات :

- ✱ سجّل البيانات بالجدول التالى ، ثم فسرهما.

القيمة	الإجراء
.....	كتلة الكوب فارغاً
.....	كتلة الكوب والماء
.....	كتلة الماء
.....	درجة حرارة الماء
.....	كتلة كلوريد الكالسيوم
.....	درجة حرارة المحلول
.....	التغير في درجة الحرارة

الأمان والسلامة

المعدات المستخدمة

✓ تعيين التغيرات الحرارية المصاحبة لعملية الذوبان.

المهارات المتوقعة (المتعلم)

✓ فرض الفروضي - التنبؤ - الملاحظة - الاستنتاج - تسجيل البيانات - تحليل البيانات.

المواد والأدوات المستخدمة

✓ كوب من الفوم بغطاء - كوب من الفوم بدون غطاء - ترمومتر كحولى - ميزان - ماء مقطر - كلوريد الكالسيوم.





الباب الرابع الكيمياء الحرارية

تحليل البيانات :

❖ ما سبب التغير في درجة حرارة الماء بعد ذوبان كلوريد الكالسيوم ؟

❖ احسب الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند ذوبان كلوريد الكالسيوم .

❖ احسب عدد مولات كلوريد الكالسيوم ثم احسب التغير في المحتوى الحرارى .

❖ هل يختلف التغير في درجة حرارة الماء إذا تم إذابة 6 g من كلوريد الكالسيوم ؟

الاستنتاج :

❖ احسب التغير في المحتوى الحرارى المصاحب لذوبان 4 g من كلوريد الكالسيوم فى الماء.

أسئلة تقويمية

أولاً : اكتب المصطلح العلمى :

- ١ كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند إذابة مول واحد من المذاب فى قدر معين من المذيب للحصول على محلول مشبع .
- ٢ ارتباط الأيونات المفككة بالماء .
- ٣ كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد من المادة من عناصرها الأولية بشرط أن تكون هذه المواد فى حالتها القياسية .
- ٤ كمية الحرارة المنطلقة عند إحتراق مول واحد من المادة إحتراقاً تاماً فى وفرة من الأكسجين .

ثانياً : اكتب التفسير العلمى لكل مما يأتى :

- ١ عند كتابة المعادلة الكيميائية الحرارية يجب ذكر الحالة الفيزيائية للمواد الداخلة فى التفاعل والمواد الناتجة منه .
- ٢ استخدام قانون هس فى حساب حرارة تكوين أول أكسيد الكربون .
- ٣ يصاحب عملية الذوبان تغير حرارى .
- ٤ لحرارة التكوين علاقة كبيرة بثبات المركبات .



١٣١

الأنشطة والتدريبات - الباب الرابع



ثالثاً : مسائل متنوعة:

١) احسب التغير القياسي في المحتوى الحرارى للتفاعل التالى:



إذا علمت أن حرارات التكوين كما يلي:

$$\text{H}_2\text{S} = -21 \text{ kJ/mol}, \text{HF} = -273 \text{ kJ/mol}, \text{SF}_6 = -1220 \text{ kJ/mol}$$

٢) عند إذابة مول من نترات الأمونيوم فى كمية من الماء وأكمل الحجم إلى 1000 mL انخفضت درجة الحرارة بمقدار 6°C. احسب كمية الحرارة الممتصة (افتراض أن كثافة المحلول = 1 g/mL والحرارة النوعية للمحلول = 4.18 J/g.°C)

٣) إذا علمت أن التغير القياسي فى المحتوى الحرارى لاحتراق سائل الأوكتان (C₈H₁₈) -1367 kJ/mol. اكتب المعادلة الكيميائية المعبرة عن احتراق مول واحد من هذا السائل احتراقاً تاماً فى وفرة من الأكسجين.

أسئلة مراجعة الباب الرابع

أولاً: اكتب المصطلح العلمى:

١) كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند تكوين مول واحد من المادة من عناصرها الأولية فى حالتها القياسية.

٢) كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من المادة درجة واحدة مئوية.

٣) معادلة كيميائية تتضمن تغير الحرارة المصاحب للتفاعل.

٤) كمية الحرارة المنطلقة أو الممتصة عند إذابة مول واحد من المذاب فى قدر معين من المذيب للحصول على محلول مشبع.

٥) حرارة التفاعل مقدار ثابت فى الظروف القياسية سواء تم التفاعل على خطوة واحدة أو عدة خطوات.

ثانياً: أعد كتابة العبارات التالية بعد تصويب ما تحته خط:

١) تعتبر الحرارة مقياس لمتوسط الطاقة الحركية للجزيئات التى تكون المادة أو النظام.

٢) يعرف الجول بأنه كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة (من 15°C إلى 16°C).

٣) وحدة قياس الحرارة النوعية هى J.

٤) تنشأ الطاقة الكيميائية فى الجزيء من طاقة المستوى والذى هو محصلة طاقة حركة الإلكترون بالإضافة إلى طاقة وضعه.

٥) التغير فى المحتوى الحرارى هو مجموع الطاقات المختزنة فى مول واحد من المادة.





الباب الرابع الكيمياء الحرارية

- ٦ يكون النظام مفتوحاً عندما لا يحدث انتقال أى من الطاقة والمادة بين النظام والوسط المحيط.
- ٧ يستخدم الترمومتر كنظام معزول لقياس الحرارة الممتصة أو المنطلقة في التفاعل الكيميائي.
- ٨ المحتوى الحرارى للمادة عبارة عن مجموع الطاقات المختزنة في 1 kg من المادة.

ثالثاً : بم تفسر :

- ١ يعتبر ذوبان يوديد البوتاسيوم في الماء ماص للحرارة .
- ٢ يعتبر قانون هس أحد صور القانون الأول للديناميكا الحرارية.
- ٣ عند حدوث عملية التخفيف تزداد كمية المذيب ويتبع ذلك زيادة في قيمة (ΔH) .
- ٤ احتراق الجلوكوز $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ داخل جسم الكائنات الحية يعتبر من تفاعلات الاحتراق الهامة .
- ٥ يلجأ العلماء في كثير من الأحيان إلى استخدام طرق غير مباشرة لحساب حرارة التفاعل

رابعاً : مسائل متنوعة :

- ١ امتصت عينة من مادة مجهولة كتلتها 155 g كمية من الحرارة مقدارها 5700 J فارتفعت من درجة حرارة 25°C إلى 40°C ، احسب الحرارة النوعية لها.
 - ٢ احسب كمية الحرارة المنطلقة عند تبريد 350 g من الزئبق من 77°C إلى 12°C إذا علمت أن الحرارة النوعية للزئبق $(0.14 \text{ J/g}^\circ\text{C})$
 - ٣ يعتبر غاز الميثان CH_4 المكون الرئيسى للغاز الطبيعى ، فإذا علمت أن $\Delta H_c^\circ = -965.1 \text{ kJ/mol}$ و $\Delta H_f^\circ = -74.6 \text{ kJ/mol}$ احسب كلاً من كمية الحرارة المنطلقة عند تكوين 50 g من غاز الميثان، وكذلك عند احتراق 50 g منه.
 - ٤ احسب التغير في المحتوى الحرارى عن إذابة (80 g) من نترات الأمونيوم في كمية من الماء لتكوين لتر من المحلول علماً بأن درجة الحرارة الابتدائية 20°C أصبحت 14°C ثم أجب عن الأسئلة التالية:
- أ. هل الذوبان طارد أم ماص؟ مع ذكر السبب؟
- ب. هل يمكن اعتبار هذا التغير الحرارى معبراً عن حرارة الذوبان المولارية أم لا، علماً بأن $[N=14, O=16, H=1]$
- ٥ إذا علمت أن حرارة احتراق الإيثانول $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ هي (1367 kJ/mol) فاكتب المعادلة الحرارية المعبرة عن ذلك علماً بأن نواتج الاحتراق هي غاز ثانى أكسيد الكربون وبخار الماء، ثم احسب الحرارة الناتجة عن حرق (100 g) من الكحول علماً بأن $[C=12, O=16, H=1]$



١٣٣

الأنشطة والتدريبات - الباب الرابع

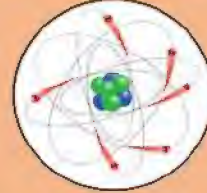
الأهداف العامة للباب الخامس :

في نهاية هذا الباب يُصبح الطالب قادرًا على أن :

- يتعرف مكونات الذرة.
- يبين القوى النووية الموجودة في النواة.
- يربط بين نسبة عدد النيوترونات إلى البروتونات والتهبات النووى.
- يتعرف المقصود بالنظائر وتذكر أمثلة.
- يتعرف طاقة الترابط النووى.
- يتعرف مفهوم الكوارك وأنواع الكوارك.
- يذكر التسلسل التاريخى لظاهرة النشاط الإشعاعى.
- يميز بين جسيمات ألفا وبيتا وأشعة جاما.
- يقارن بين التفاعلات النووية والكيميائية.
- يقارن بين الانشطار والاندماج النووى.
- يشرح الأساس العلمى للمفاعلات النووية.
- يتعرف الآثار الضارة للإشعاع.
- يتعرف الاستخدامات السلمية للإشعاع.

الباب الخامس

فصول الباب الخامس :



① نواة الذرة والجسيمات الأولية



② النشاط الإشعاعى والتفاعلات النووية

القضايا المتضمنة : التلوث الإشعاعى

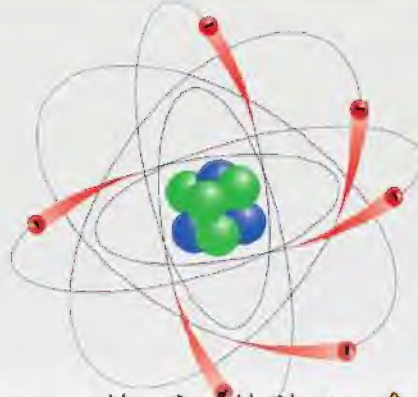
للذرة تركيب معين، فهي تتكون من نواة موجبة الشحنة وإلكترونات سالبة حولها، كذلك للنواة تركيب معين، فهي تتكون من نيوترونات متعادلة وبروتونات موجبة الشحنة. وتتماسك مكونات النواة معًا بفعل القوى النووية. ويمكن أن يختلف عدد النيوترونات في نوى ذرات العنصر الواحد، وبالتالي يكون للعنصر الواحد ما يسمى بالنظائر ويوجد في الطبيعة نوعان من نظائر العناصر أحدهما نظائر مستقرة والأخرى نظائر مشعة تتميز بنشاطها الإشعاعي الطبيعي، وقد استطاع العلماء تحضير نظائر مشعة صناعية عن طريق التفاعلات النووية التي لها أنواع مختلفة، أبرزها تفاعلات الانشطار النووي والاندماج النووي. وتعالج هذه الوحدة هذه المواضيع ضمن درسين، يتناول الدرس الأول تركيب نواة الذرة أما الدرس الثاني فيتناول النشاط الإشعاعي والتفاعلات النووية.

الكيمياء النووية

Nuclear Chemistry

المصطلحات الأساسية :

Isotopes	نظائر
Nuclear Force	القوة النووية
Stable Nucleus	نواة مستقرة
Quark	كوارك
Radioactivity	نشاط إشعاعي
Half-life	عمر النصف
Nuclear Reaction	تفاعل نووي
Nuclear Fission	انشطار نووي
Nuclear Fusion	اندماج نووي
Nuclear Reactor	مفاعل نووي
Elementary Particles	جسيمات أولية



الفصل الأول: نواة الذرة والجسيمات الأولية

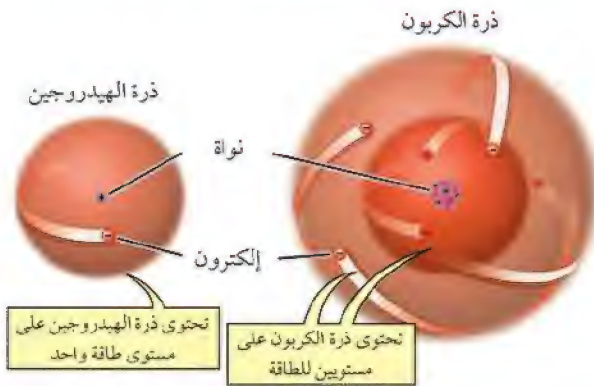
Atomic Nucleus and Elementary Particles

نواحي التعلم

في نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادراً على أن:

- ☞ يتعرف مكونات الذرة والكميات النووية التي تصنف النواة.
- ☞ يتعرف المقصود بالنظائر.
- ☞ يتعرف خصائص القوى النووية.
- ☞ يستنتج مصدر طاقة الترابط النووي ويحسبها.
- ☞ يربط بين الثبات النووي والنسبة بين عدد النيوترونات والبروتونات في النواة.
- ☞ يتعرف الجسيمات الأساسية والأولية في الذرة.
- ☞ يتعرف نموذج الكوارك ويستخدسه.

مكونات الذرة Atom Components



▲ شكل (١) تكون الذرة من نواة تدور حولها الإلكترونات في مستويات للطاقة

من المعلوم أن المادة تتكون من ذرات ، هذه الذرات يعزى إليها الخواص الفيزيائية والكيميائية للمادة ، وفي نهاية القرن التاسع عشر كان قد تأكد أن الإلكترونات من المكونات الأساسية للذرات ، وهي جسيمات كتلتها صغيرة جداً وشحنتها سالبة ، وحيث أن الذرة متعادلة كهربياً فهذا يعني أن الذرة تحمل شحنة موجبة مساوية لشحنة الإلكترونات السالبة ، ولكن كيفية توزيع كل من هذه الشحنات في الذرة لم يكن معروفاً في ذلك الحين .



نواة الذرة والجسيمات الأولية

وضع العالم رذرفورد ١٨٧١ - ١٩٣٧ م نموذج لوصف الذرة ، الذى توصل إليه بعد تجارب عديدة ، حيث وُصِفَ الذرة بأنها تتكون من نواة ثقيلة نسبياً ، تتركز فيها كتلة الذرة وتحمل الشحنة الموجبة للذرة ، ويدور حولها على بعد كبير نسبياً الإلكترونات سالبة الشحنة ووفقاً لما يسمى نموذج بور تدور الإلكترونات حول النواة فى مدارات معينة ثابتة تسمى مستويات الطاقة وكل مستوى يشغله عدد معين من الإلكترونات لا يمكن أن يزيد عنه. توصلت حسابات رذرفورد إلى أن قطر النواة يتراوح ما بين $(10^{-6}; 10^{-5} \text{ nm})$ بينما يبلغ قطر الذرة حوالى (0.1 nm) . وفى عام ١٩١٩ م أثبت رذرفورد أن نواة الذرة تحتوى على جسيمات تحمل الشحنة الموجبة تسمى "بروتونات" والبروتون كتلته أكبر من كتلة الإلكترون بحوالى 1800 مرة وفى عام ١٩٣٢ م أيضاً اكتشف العالم شادويك أن النواة تحتوى على جسيمات متعادلة الشحنة تسمى "نيوترونات" وكتلة النيوترون تساوى تقريباً كتلة البروتون.

عدد الكتلة والعدد الذرى :

اصطلح العلماء على وصف نواة ذرة أى عنصر باستخدام ثلاث كميات نووية هى:

❖ عدد الكتلة (A) ❖ العدد الذرى (Z) ❖ عدد النيوترونات (N)

والجدول التالى ، يوضح هذه الكميات:

المصطلح	الرمز	العلاقة
عدد الكتلة	A	عدد البروتونات + عدد النيوترونات فى النواة
العدد الذرى	Z	عدد البروتونات فى النواة = عدد الإلكترونات
عدد النيوترونات	N	$N = A - Z$

▲ جدول (١) الكميات النووية

ويلاحظ أن:

❖ البروتونات والنيوترونات داخل النواة تعرف باسم «نيوكليونات».

❖ عدد البروتونات (Z) فى النواة يساوى عدد الإلكترونات حول النواة فى حالة الذرة المتعادلة.

رمز النواة Nucleus Symbol :

إذا فرضنا عنصراً رمزه الكيميائى (X) فإن نواة ذرة هذا العنصر يمكن وصفها بالطريقة الآتية :

A (عدد الكتلة = عدد البروتونات + عدد النيوترونات)

X

Z (العدد الذرى = عدد البروتونات)

وفى بعض الأحيان يكتب الرمز كالاتى : A_ZX_N

مثال:

اكتب الرمز الكيميائي لنواة ذرة الألومنيوم إذا علمت أنها تحتوى على 13 بروتوناً بالإضافة إلى 14 نيوترونًا.

الحل:

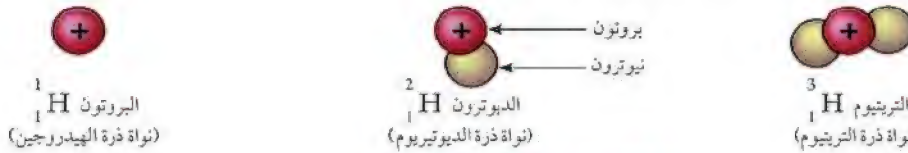
رمز عنصر الألومنيوم Al ويكون رمز نواة ذرة الألومنيوم هو $^{27}_{13}\text{Al}$

النظائر Isotopes :

النظائر : هي ذرات للعنصر نفسه تتفق في عددها الذرى (Z) وتختلف في عددها الكتلى (A) لأن أنوية الذرات تحتوى على نفس العدد من البروتونات وتختلف في عدد النيوترونات في النواة.

وهذا يعنى أن ذرات النظائر تتفق في عدد الإلكترونات وترتيبها حول النواة ، وبذلك فهي تشابه في تفاعلاتها الكيميائية.

والأمثلة على النظائر كثيرة ، فمعظم عناصر الجدول الدورى لها نظائر، وحتى أبسط العناصر الموجودة فى الطبيعة وهو الهيدروجين له ثلاثة نظائر ^1_1H ، ^2_1H ، ^3_1H . وذرة النظير ^1_1H تتكون من بروتون يدور حوله إلكترون واحد، ويطلق على نواة ذرة النظير ^1_1H اسم الديوترون وهى عبارة عن بروتون ونيوترون بينما نواة التريتيوم عبارة عن بروتون و 2 نيوترون.



▲ شكل (٢) أنوية ذرات نظائر الهيدروجين

كذلك عنصر الأكسجين، يوجد له ثلاثة نظائر $^{16}_8\text{O}$ ، $^{17}_8\text{O}$ ، $^{18}_8\text{O}$.

ويمكن تعيين الكتل الذرية للعناصر بمعلومية الكتل الذرية النسبية لنظائرها ونسبة وجود كل منها.

مثال:

احسب الكتلة الذرية لعنصر النحاس ، علمًا بأنه يتواجد فى الطبيعة على هيئة نظيرين هما

^{63}Cu (نسبة وجوده 69.09%) و ^{65}Cu (نسبة وجوده 30.91%).

$$[^{63}\text{Cu} = 62.9298 \text{ amu} , ^{65}\text{Cu} = 64.9278 \text{ amu}]$$



الحل:

$$\begin{aligned} 43.4782 \text{ amu} &= \frac{69.09}{100} \times 62.9298 = \text{مساهمة } {}^{63}\text{Cu} \text{ في الكتلة الذرية} \\ 20.069 \text{ amu} &= \frac{30.91}{100} \times 64.9278 = \text{مساهمة } {}^{65}\text{Cu} \text{ في الكتلة الذرية} \\ 63.55 \text{ amu} &= 20.069 + 43.4782 = \text{الكتلة الذرية للنحاس} \end{aligned}$$

ملاحظة إضافية

تستخدم في الكيمياء النووية بعض المصطلحات النووية الأخرى بالإضافة للنظائر هي :

- ★ الأيزوبارات : وهي أنوية ذرات عناصر مختلفة لها نفس عدد الكتلة (A) ، ولكنها تختلف في العدد الذري (Z) مثال ذلك : ${}^{17}_8\text{O}$ ، ${}^{17}_9\text{F}$
- ★ الأيزوتونات : وهي أنوية ذرات عناصر مختلفة لها نفس عدد النيوترونات ، ولكنها تختلف في عدد الكتلة مثل : ${}^{16}_8\text{O}$ ، ${}^{17}_9\text{F}$



وحدات الكتلة والطاقة Mass and Energy Units

من المعروف أن وحدة قياس الكتلة في النظام الدولي للوحدات هي الكيلوجرام ، ولكن لكون كتل ذرات نظائر العناصر صغيرة جداً ، فإنها تقدر بوحدة الكتل الذرية (amu) والتي تختصر إلى (u) وهي تعادل $1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$

في التفاعلات النووية تتحول المادة إلى طاقة ويمكن حساب الطاقة الناتجة عن تحول كتلة ما مقدرة بوحدة kg من المادة إلى طاقة بتطبيق معادلة آينشتاين:

$$E = m c^2$$

حيث: m الكتلة مقدرة بوحدة كيلوجرام

$$c \text{ سرعة الضوء في الفراغ وتساوي } (3 \times 10^8 \text{ m/s})$$

E الطاقة الناتجة عن تحول كتلة ما مقدرة بوحدة u من المادة إلى طاقة من العلاقة:

$$E = m \times 931$$

حيث: m الكتلة مقدرة بوحدة الكتل الذرية

E الطاقة الناتجة مقدرة بوحدة مليون إلكترون فولت MeV

دقائق

يستخدم فى قياس الطاقة وحدة أخرى بالإضافة إلى الجول تسمى «إلكترون فولت» ويرمز لها بالرمز (eV) حيث :

$$1 \text{ eV} = 1.604 \times 10^{-19} \text{ J}$$

هناك وحدة أكبر تسمى «مليون إلكترون فولت» ويرمز لها (MeV) حيث :

$$1 \text{ MeV} = 1.604 \times 10^{-13} \text{ J}$$



القوى النووية Nuclear Forces

ذكرنا فى بداية هذه الوحدة أن النواة تتكون من بروتونات موجبة الشحنة ونيوترونات لا تحمل شحنة. ولكن ما الذى يجعل نواة الذرة متماسكة؟ أى ما الذى يؤدي إلى تماسك النيوكليونات داخل النواة؟ من المعلوم أن البروتونات فى النواة تتنافر مع بعضها بفعل القوى الكهربائية، ومن هنا فإنه من المستحيل أن تكون النواة ثابتة إذا كانت القوة الوحيدة بين البروتونات هى قوى التنافر الكهروستاتيكي، ولا شك أنه توجد قوة جاذبية بين النيوكليونات داخل النواة، مثل قوة الجاذبية بين أى جسمين ماديين. ولكن مقدار قوى الجاذبية هذه صغيرة جدًا لا تتعادل مع قوى التنافر الكهربائية بين النيوكليونات.



▲ شكل (٣) إذا كانت قوى الجاذبية بين النيوكليونات صغيرة جدًا، فلا بد من وجود قوة تعمل على دفع النيوكليونات نحو بعضها بعضًا.

من الواضح أن الجمع بين النيوكليونات داخل النواة لا يمكن أن يتم له الاستقرار إلا فى وجود قوى أخرى تعمل على ترابط هذه النيوكليونات. هذه القوة تسمى «القوة النووية القوية» لأن تأثيرها يكون كبير جدًا على النيوكليونات داخل الحيز الصغير لنواة الذرة وللهذه القوة الخصائص التالية :

- ✳ قوة قصيرة المدى.
- ✳ لا تعتمد على ماهية النيوكليونات، فهى واحدة فى الأزواج التالية : (بروتون - بروتون، بروتون - نيوترون، نيوترون - نيوترون).
- ✳ هى قوة هائلة.

**طاقة الترابط النووي Nuclear Binding Energy**

لقد ثبت علمياً أن كتلة النواة وهى متماسكة تكون أقل من مجموع كتل النيوكليونات المكونة لها .

النقص فى الكتلة = الكتلة النظرية - الكتلة الفعلية

حيث هذا النقص فى الكتلة هو خاصية مميزة لكل نواة يتحول إلى طاقة تستخدم لربط مكونات النواة لتستقر داخل الحيز النووى المتناهى فى الصغر وتسمى "طاقة الترابط النووى"

وباستخدام قانون أينشتاين لتحويل الكتلة إلى طاقة ، فإن :

طاقة الترابط النووى BE (MeV) = النقص فى الكتلة $\times 931$

وتسمى القيمة التى ساهم بها كل نيوكليون فى طاقة الترابط للنواة " طاقة الترابط لكل نيوكليون " وتساوى : $(\frac{BE}{A})$ وتتخذ طاقة الترابط لكل نيوكليون مقياساً لثبات النواة.

مثال:

إذا علمت أن الكتلة الفعلية لنواة ذرة الهيليوم ${}^4_2\text{He}$ 4.00150 u المقاسة عملياً

احسب طاقة الترابط النووى بوحدات المليون إلكترون فولت ثم احسب طاقة الترابط لكل نيوكليون

إذا علمت أن كتلة البروتون 1.00728 u ، كتلة النيوترون 1.00866 u

الحل:

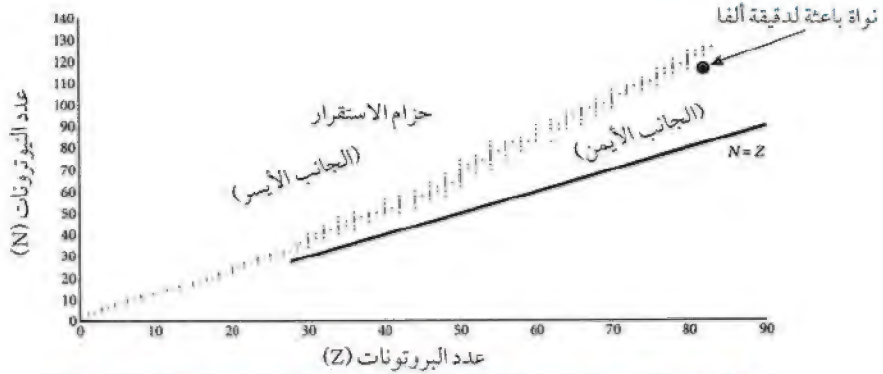
تتألف نواة ذرة الهيليوم من بروتونين ونيوترونين وتحسب طاقة ترابطها من العلاقة :

$$BE = [(2 \times 1.00728 + 2 \times 1.00866) - 4.00150] \times 931 \text{ MeV} = 28.28 \text{ MeV}$$

وتكون طاقة الترابط لكل نيوكليون $7.07 \text{ MeV} = \frac{28.28}{4}$

استقرار (ثبات) النواة ، ونسبة (النيوترون / بروتون)**Nucleus Stability , (Neutron / Proton) ratio**

يعرف العنصر المستقر (الثابت) بأنه : العنصر الذى تبقى نواة ذرته ثابتة على مر الزمن ، فلا يكون له أى نشاط إشعاعى. أما العنصر غير المستقر ، فإن نواته تتحلل مع الزمن من خلال النشاط الإشعاعى. فإذا رسمنا علاقة بيانية بين عدد النيوترونات (N) وعدد البروتونات (Z) وذلك لجميع أنوية ذرات العناصر المستقرة والموجودة فى الجدول الدورى فإننا نجد أن جميع الأنوية تقع على أو قريبة من خط ينحرف قليلاً إلى أعلى بزيادة Z عن الخط الذى يمثل $N = Z$ كما فى الشكل (٤)



▲ شكل (4) خط الثبات ، كل نقطة على هذا الرسم تمثل نواة مستقرة (للايضاح فقط)

بدراسة الشكل البياني نتبين أن:

✳ أنوية ذرات العناصر الخفيفة المستقرة يكون فيها عدد النيوترونات يساوي عدد البروتونات وتكون النسبة $N : Z$ هي $1 : 1$ ، وتزايد هذه النسبة تدريجيًا كلما انتقلنا للعناصر الأثقل في الجدول الدوري إلى أن تصل إلى حوالي $1.53 : 1$ في حالة نواة ذرة الرصاص $^{208}_{82}\text{Pb}$.

✳ نواة العنصر التي يكون موقعها ، على الجانب الأيسر من حزام الاستقرار Belt of stability غالبًا ما تكون نواة غير مستقرة، ويكون عدد النيوترونات بها أكبر من حد الاستقرار ، وتكتسب هذه النواة استقرارها عندما يتحول أحد النيوترونات الزائدة إلى بروتون وانبعث إلكترون سالب يسمى جسيم بيتا ، ويرمز له بالرمز (β^-) .

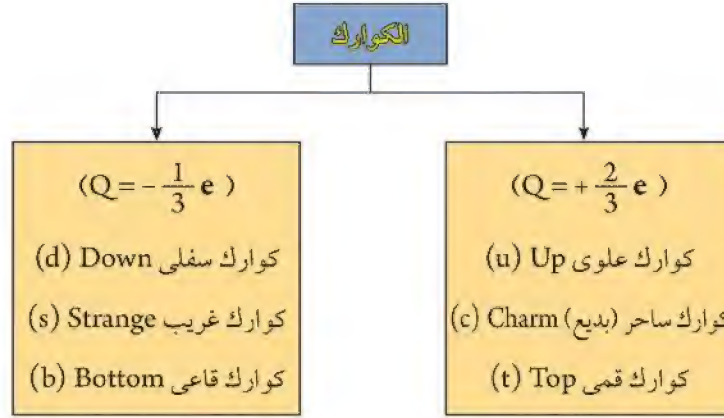
✳ نواة العنصر التي يكون موقعها على الجانب الأيمن من حزام الاستقرار يكون عدد البروتونات بها أكبر من حد الاستقرار ، وتكتسب هذه النواة استقرارها بتحول أحد البروتونات الزائدة إلى نيوترون وانبعث إلكترون موجب يسمى "بوزيترون" ويرمز له (β^+) ، وبذلك تتعدل النسبة النيوترون - بروتون بالنواة لتقترب من حزام الاستقرار .

✳ نواة العنصر التي يكون عددها الذري كبيرًا ويكون موضعها أعلى حزام الاستقرار يمكن أن تكتسب استقرارها بانبعث (2 بروتون + 2 نيوترون) على شكل دقيقتين أطلق عليها دقيقة ألفا ويرمز لها بالرمز (α) .



مفهوم الكوارك Quark

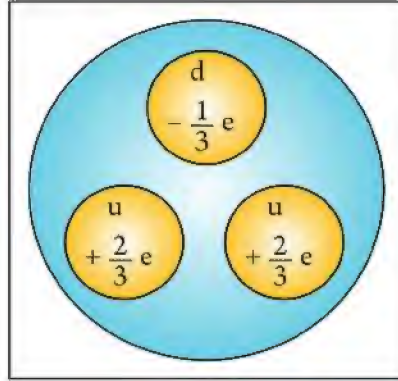
في عام 1964م أثبت العالم (موري جيل مان) أن البروتونات عبارة عن تجمع من جسيمات أولية أطلق عليها اسم كواركات " ، يبلغ عددها ستة أنواع وكل كوارك يتميز برقم يرمز له بالرمز Q يعبر عن شحنة منسوبة إلى شحنة الإلكترون وتأخذ القيم $(+\frac{2}{3}e \text{ أو } -\frac{1}{3}e)$ والمخطط التالي يوضح أنواع الكواركات وقيم Q لكل منها :



تركيب البروتون

يتركب البروتون من ارتباط 2 كوارك علوى (u) مع

1 كوارك سفلى (d)



▲ شكل (٥) تركيب البروتون

وتفسر الشحنة الكهربائية الموجبة للبروتون Q_p بأنها مجموع شحنات الكواركات الثلاثة المكونة له.

$$Q_p = \frac{2}{3} + \frac{2}{3} - \frac{1}{3} = +1$$

(u) (u) (d)

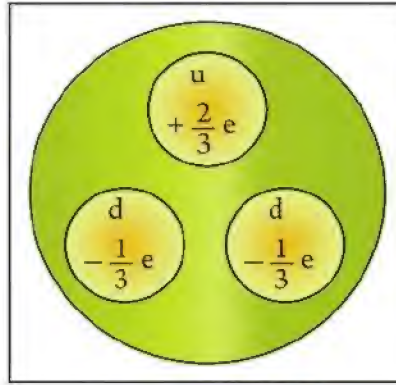
تركيب النيوترون

يتكون النيوترون من ارتباط 1 كوارك علوي (u) مع 2 كوارك سفلي (d)

وتفسر الشحنة الكهربائية المتعادلة للنيوترون Q_n بأنها مجموع شحنات الكواركات الثلاثة المكونة له.

$$Q_n = \frac{2}{3} + \left(-\frac{1}{3}\right) + \left(-\frac{1}{3}\right) = 0$$

(u) (d) (d)



▲ شكل (٦) تركيب النيوترون



الفصل الثاني: النشاط الإشعاعي والتفاعلات النووية

Radioactivity and Nuclear Reactions

نواحي التعلم

في نهاية هذا الفصل يصبح الطالب قادراً على أن:

- ✦ يفهم ظاهرة النشاط الإشعاعي.
- ✦ يقارن بين إشعاعات ألفا وبيتا وجاما.
- ✦ يفهم المقصود بحصر النصف للمنتج المشع.
- ✦ يصنف التفاعلات النووية.
- ✦ يقارن بين تفاعلات الانشطار النووي والاندماج النووي.
- ✦ يفهم الأساس العلمي لعمل المفاعل النووي.
- ✦ يحدد بعض الآثار الضارة للإشعاع.
- ✦ يحدد بعض الاستخدامات السلمية للإشعاع.

من الكشوف الهامة التي أدت إلى تطور كبير في معلوماتنا عن الذرة وتركيبها ، كشف ظاهرة النشاط الإشعاعي . اكتشف هذه الظاهرة العالم هنري بيكريل في أوائل عام ١٨٩٦ م ، وكان أول من أطلق على هذه الظاهرة هذا الاسم مدام كوري وذلك عام ١٨٩٨ م

عند كشف ظاهرة النشاط الإشعاعي كان اهتمام الباحثين موجهاً إلى معرفة طبيعة الإشعاعات المنطلقة من المواد المشعة ومقارنة خواصها واتبع في ذلك طريقتان هما:

✦ اختبار مقدرة الإشعاعات على اختراق المواد.

✦ قياس انحراف الإشعاعات بتأثير كل من المجال المغناطيسي والمجال الكهربى.

دلت التجارب أن هناك ثلاثة إشعاعات مختلفة تنطلق من المواد ذات النشاط الأشعاعى الطبيعى وهى :

✦ إشعاعات ألفا α : هى عبارة عن دقائق تتكون كل منها من بروتونين ونيوترونين . أى أن كل دقيقة من دقائق ألفا عبارة عن نواة ذرة الهيليوم لذا يرمز لدقيقة ألفا فى التفاعلات النووية بالرمز ${}^4_2\text{He}$.



✱ إشعاعات بيتا: هي دقائق تحمل صفات الإلكترونات (${}^0_{-1}e$) من حيث الكتلة والسرعة ، وتنبعث دقائق بيتا من أنوية ذرات العناصر المشعة أو في التفاعلات النووية وكتلة دقيقة بيتا مهملة بالنسبة لوحدة الكتلة الذرية وشحنتها تعادل وحدة الشحنات السالبة ويرمز لها بالرمز (β^-).

✱ أشعة جاما: هي عبارة عن موجات كهرومغناطيسية ذات طول موجي قصير جداً تساوى سرعتها سرعة الضوء ، وهي أقصر الأمواج الكهرومغناطيسية في طولها الموجي بعد الأشعة الكونية وبذلك فإن ترددها كبير ، وطاقة فوتوناتها كبيرة ، ولأنها أمواج كهرومغناطيسية فإنها لا تحمل شحنة ، وليس لها كتلة وبالتالي فإن انبعائها من نواة ذرة العنصر المشع لا يؤدي إلى تغير في العدد الذري أو عدد الكتلة لهذه النواة، وتنبعث أشعة جاما من نوى ذرات العناصر عندما تكون هذه النوى غير مستقرة (تكون طاقتها زائدة عما هي عليه في حالة استقرارها).

والجدول التالي ، يوضح مقارنة بين خواص الأنواع الثلاثة من الإشعاعات التي تنطلق من مادة مشعة.

الإشعاع	الرمز	طبيعة الإشعاع	الكتلة التقريبية	القدرة على تأيين ذرات الوسط الذي تمر فيه	القدرة على النفاذ	الانحراف بالمجال الكهربى أو المغناطيسى
ألفا	α ${}^4_2\text{He}$	نواة هيليوم 2 بروتون 2 نيوترون	أربعة أمثال كتلة البروتون	لها قدرة قوية	ضعيفة - فورقة بسمك ورقة كراس تمنع مرورها	انحراف صغير
بيتا	β ${}^0_{-1}e$	إلكترون	$\frac{1}{1800}$ من كتلة البروتون	أقل من قدرة ألفا	متوسطة فشريحة من الألومنيوم سمكها 5 mm تمنع مرورها	انحراف كبير
جاما	γ	موجات كهرومغناطيسية	-----	أقل الإشعاعات قدرة	عالية جداً أكثرهم قدرة على النفاذ وتستطيع المرور خلال شريحة من الرصاص سمكها بضع سنتيمترات ولكن شدتها تقل	لا تنحرف

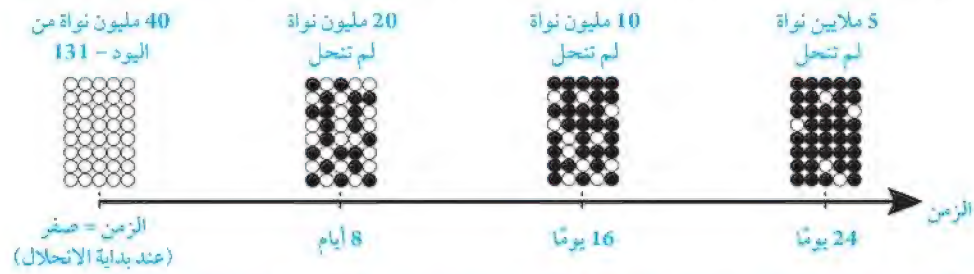
▲ جدول (٢) يوضح مقارنة بين أنواع الإشعاعات



عمر النصف Half-life

عندما تنبث دقائق ألفا أو دقائق بيتا أو أشعة جاما من نواة ذرة عنصر مشع فإنه يقال : إن هذه النواة حدث لها انحلال إشعاعي ويقل نشاط المادة المشعة بمرور الزمن ويسمى الزمن اللازم لتحلل عدد أنوية ذرات العنصر المشع إلى النصف بعمر النصف $t_{1/2}$.

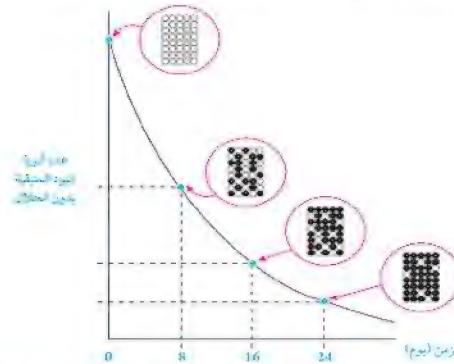
فإذا أخذنا على سبيل المثال عينة من عنصر اليود المشع (يود - 131) تنحل نواة واحدة فقط كل ثانية من بين 1000,000 نواة يود موجودة في هذه اللحظة. والشكل التالي يمثل انحلال (يود - 131) ، شكل (٩).



▲ شكل (٧) مقدار الزمن الذي ينقص فيه عدد أنوية اليود بالإشعاع إلى نصف العدد الأصلي يسمى "عمر النصف". في

هذا الشكل ○ تمثل مليون نواة يود لم تنحل أما ● تمثل مليون نواة يود انحلت

ويمكن تمثيل انحلال يود - 131 برسم علاقة بيانية كما في الشكل (٨)



▲ شكل (٨) منحنى انحلال اليود - 131 ، عمر النصف له 8 أيام

مثال:

احسب عمر النصف لعنصر مشع ، إذا علمت أن عينة منه كتلتها 12 g يتبقى منها 1.5 g بعد مرور 45 days

الحل:

$$12 \text{ g} \xrightarrow[(1)]{t_{1/2}} 6 \text{ g} \xrightarrow[(2)]{t_{1/2}} 3 \text{ g} \xrightarrow[(3)]{t_{1/2}} 1.5 \text{ g}$$

$$\therefore D = 3 \quad \therefore t_{1/2} = \frac{t}{D} = \frac{45}{3} = 15 \text{ days}$$



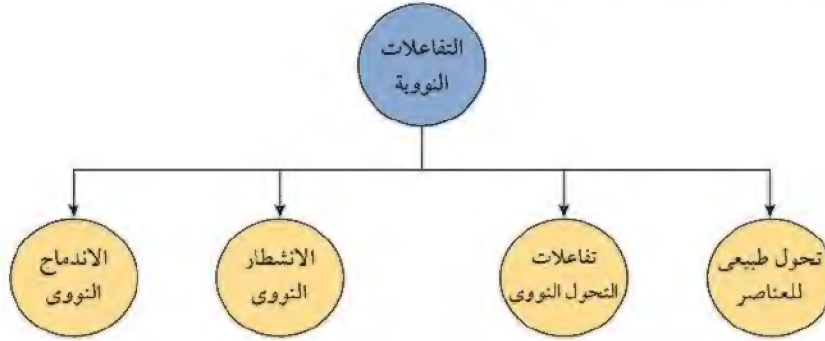
ماذا يقصد بقولنا إن عمر النصف لليود المشع 131 يساوي 8 days ؟

يعنى هذا أن الزمن الذى يتناقص فيه عدد أنوية عنصر اليود المشع إلى نصف عددها الأصلى عن طريق الانحلال الإشعاعى ، هذا الزمن يساوى 8 days . وتستخدم فترة عمر النصف فى تحديد عمر الصخور والموميا .

التفاعلات النووية Nuclear Reactions

التفاعلات النووية هى عمليات تتضمن تغير تركيب أنوية ذرات العناصر المتفاعلة وتكوين أنوية ذرات عناصر جديدة عندما تلتقى أنوية الذرات المتفاعلة ، والتفاعلات النووية تختلف عن التفاعلات الكيميائية ؛ فالتفاعل الكيميائى يحدث بين ذرات العناصر عن طريق الارتباط بين الإلكترونات الموجودة فى مستويات الطاقة الخارجية لذرات العناصر المتفاعلة ولا يحدث تغير لنوى هذه الذرات .

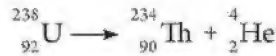
ويمكن تصنيف التفاعلات النووية إلى الأنواع التالية :



التحول الطبيعى للعناصر Natural Transmutation

يحدث هذا التحول لأنوية ذرات العناصر التى تقع أعلى حزام الاستقرار أو أسفله ، حيث يكون لهذه الأنوية نسبة $(\frac{N}{Z})$ تختلف عن هذه النسبة للأنوية المستقرة التى تقع على الحزام ، وتكون نتيجة هذا التحول أن تغير النواة غير المستقرة تغيراً تلقائياً متحوّلة إلى نواة أخرى بانبعث إشعاع ألفا أو إشعاع بيتا .

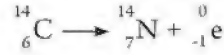
فمثلاً : تنحل نواة اليورانيوم - 238 متحوّلة إلى نواة الثوريوم - 234 وذلك بانبعث دقيقة ألفا وتوصف هذه العملية بالمعادلة النووية التالية :



ويلاحظ من هذه المعادلة أن اليورانيوم - 238 تحول إلى عنصر آخر هو الثوريوم - 234 ويلاحظ أيضاً أن عدد الكتلة (A) للنواة الأصلية يساوى مجموع أعداد الكتلة لدقيقة ألفا والنواة الناتجة . كذلك العدد الذرى (Z) يكون متساوياً فى طرفى المعادلة .



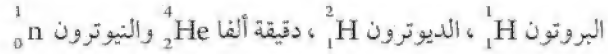
كذلك نواة ذرة الكربون المشع $^{14}_6\text{C}$ تتحول إلى نواة ذرة النيتروجين $^{14}_7\text{N}$ بانبعاث دقيقة بيتا. وتذكر أن دقيقة بيتا هي إلكترون ينبعث من النواة، ويعبر عن هذا التفاعل بالمعادلة النووية التالية:



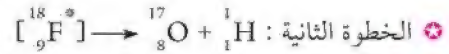
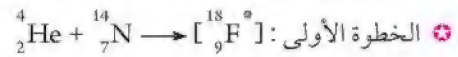
لاحظ أنه عند انبعاث دقيقة بيتا فإن نيوترونًا في نواة الكربون قد تحول إلى بروتون مما يؤدي إلى زيادة العدد الذري بمقدار واحد، وأن عدد الكتلة (عدد النيوكليونات) يظل كما هو، ولاحظ أيضًا أن دقيقة بيتا يرمز لها بالرمز $^0_{-1}\text{e}$ ، حيث يمثل الرقم (1-) شحنة الإلكترون، أما الصفر فإنه يعني أن الكتلة مهملة بمقارنتها بكتلة البروتون أو النيوترون في هذه المعادلة نلاحظ اتزان كل من عدد الكتلة (A) والعدد الذري (Z).

التحول النووي (العنصري) Nuclear Transmutation

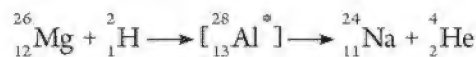
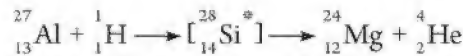
إذا أريد لنواتين أن تتفاعلا يتم تسريع إحداها، بحيث تكتسب طاقة حركة مناسبة، بحيث تستطيع الاقتراب من النواة الأخرى. النواة التي يتم تسريعها تسمى "القذيفة" أما النواة الأخرى تسمى "الهدف" ومن أمثلة القذائف:



وهذه القذائف يمكن تسريعها باستخدام أجهزة تسمى المعجلات النووية مثل الفاندرجراف والسيكلترون. لقد كان أول من أجرى تفاعلًا نوويًا صناعيًا هو العالم رذرفورد عام ١٩١٩ م، حيث اكتشف أنه عند مرور دقائق ألفا في غاز النيتروجين فإن دقيقة ألفا تمتزج بنواة ذرة النيتروجين مكونة نواة ذرة الفلور $^{18}_9\text{F}^*$ وتسمى "النواة المركبة" هذه النواة تكون غير مستقرة وذات طاقة عالية، وتتخلص من الطاقة الزائدة لكي تعود إلى وضع الاستقرار فينطلق بروتون سريع ^1_1H وتتحول نواة ذرة النيتروجين إلى نواة ذرة أكسجين. ومن هنا فإنه يمكن النظر لهذا التحول النووي على أنه يتم على خطوتين:



ومن الواضح أنه في التحول النووي تتحول العناصر المتفاعلة إلى عناصر أخرى مختلفة. ففي تجربة رذرفورد هذه تحول النيتروجين إلى أكسجين. وفيما يلي أمثلة أخرى على التحول النووي تؤدي إلى تحول العناصر إلى عناصر أخرى:

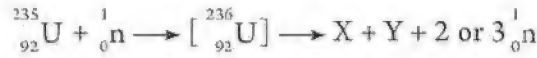




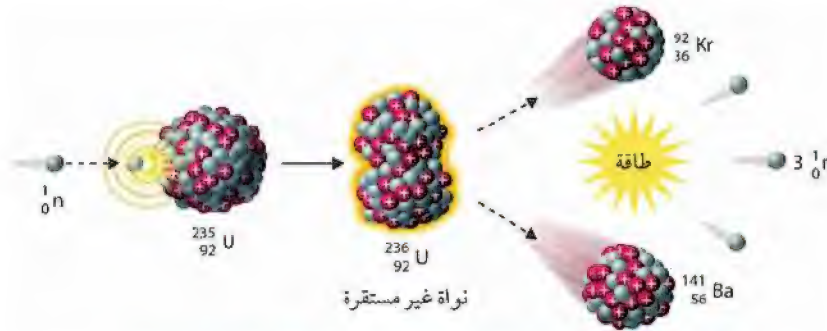
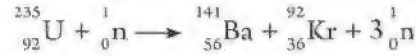
ومن المهم أن ننتبه عند موازنة المعادلات النووية إلى مراعاة قانوني حفظ الشحنة وحفظ المادة والطاقة. ويقتضى قانون حفظ الشحنة أن يكون مجموع الأعداد الذرية في طرف المعادلة الأيسر مساوياً لمجموع الأعداد الذرية في طرف المعادلة الأيمن. ويقتضى قانون حفظ الكتلة والطاقة أن يحفظ عدد الكتلة، أي يكون مجموع أعداد الكتلة في طرف المعادلة الأيسر مساوياً لمجموع أعداد الكتلة في الطرف الأيمن.

الانشطار النووي Nuclear Fission

توصل العلماء عام ١٩٣٩م لنوع من التفاعلات النووية سمي الانشطار النووي، والانشطار النووي هو انقسام نواة ثقيلة إلى نواتين متقاربتين في الكتلة نتيجة تفاعل نووي معين. فعندما تقذف نواة ذرة اليورانيوم - 235 بنيوترون، ولا يحتاج النيوترون لسرعة عالية لكي يستطيع دخول النواة فهو لا يلاقى تنافراً، حيث إنه يعتبر قذيفة متعادلة، فإن النيوترون البطيء يدخل إلى نواة اليورانيوم - 235 التي تتحول إلى نظير يورانيوم - 236 وهو نظير غير مستقر لا يزيد مدة بقاؤه عن 10^{-12} ثانية، تنشط بعدها النواة $^{236}_{92}\text{U}$ إلى نواتين (X)، (Y) تسميان شظايا الانشطار النووي، وهناك العديد من الاحتمالات الممكنة لهذه الشظايا، إذ يوجد حوالي 90 نواة وليدة مختلفة يمكن أن تنتج من هذا الانشطار، كما ينتج في الغالب ما بين نيوترونين أو ثلاثة في العملية، ويمكن تمثيل هذا التفاعل بالمعادلة التالية:



ومن النواتج الشهيرة للتفاعل الانشطاري الباريوم والكربتون طبقاً للمعادلة:

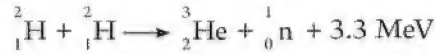


▲ شكل (٩) يمثل عملية انشطار نواة اليورانيوم - 235 عند قذفها بنيوترون



الاندماج النووي Nuclear Fussion

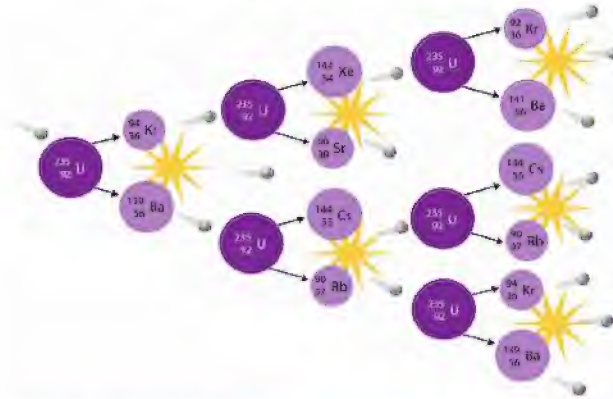
يسمى انقسام نواة ثقيلة إلى نواتين متوسطتين بالانشطار النووي ، وعكس هذا التفاعل أى دمج نواتين خفيفتين لتكوين نواة أثقل منهما هو تفاعل نووى آخر يطلق عليه اسم «الاندماج النووي» فعلى سبيل المثال إذا دمج ديوترونان معًا لتكوين نواة هيليوم ، فإن كتلة نواة الهيليوم والنيوترون تقل عن مجموع كتلتى الديوترونين ، يتحول هذا الفرق فى الكتلة إلى طاقة مقدارها 3.3 مليون إلكترون فولت تتحرر مع دمج هذين الديوترونين. هذا الاندماج النووى يمكن تمثيله بالمعادلة النووية التالية :



ولحدوث الاندماج النووى يلزم توفر درجة حرارة عالية تصل إلى رتبة 10^7 درجة مطلقة. ونظرًا لارتفاع درجة الحرارة هذه ، فإن الاندماج النووى يصعب تحقيقه فى المختبرات ، غير أن هذا التفاعل يحدث داخل الشمس (كما يحدث داخل معظم النجوم) ، حيث تصل درجة الحرارة إلى ملايين الدرجات المئوية والاندماج النووى هو مصدر الطاقة المدمرة للقنبلة الهيدروجينية.

المفاعل النووى Nuclear Reactor

رأينا فى عملية الانشطار النووى أن مجموعة من النيوترونات تنتج من التفاعل بالإضافة إلى شظايا الانشطار. ويستطيع كل من هذه النيوترونات (إذا كانت سرعته مناسبة) أن يشطر نواة جديدة من نوى ${}^{235}_{92}\text{U}$ وينتج عن هذه الانشطارات الجديدة نيوترونات جديدة أخرى تستطيع أن تقوم بالعملية السابقة نفسها فتشطر نوى أخرى من نوى ${}^{235}_{92}\text{U}$... وهكذا، ويطلق على هذا التفاعل اسم "التفاعل المتسلسل". ويوضح شكل (١٠) كيفية مضاعفة عدد النوى التى تشطر إذا استمر التفاعل بهذا الشكل.

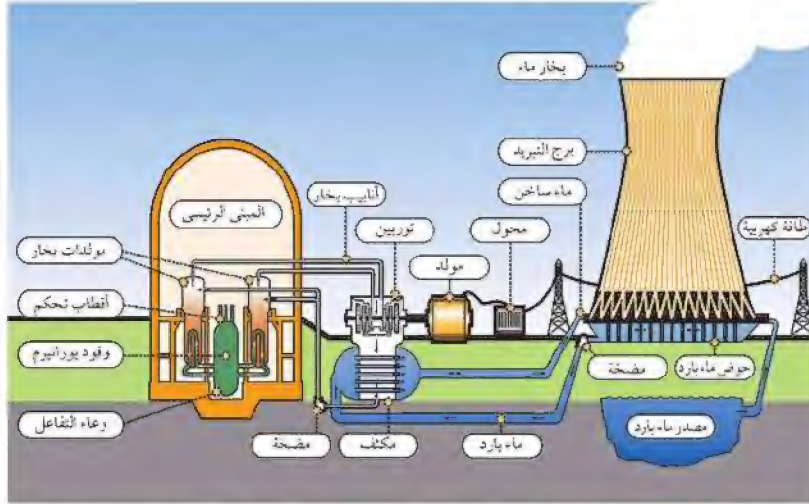


▲ شكل (١٠) التفاعل المتسلسل يبدأ بالتقاط نواة ذرة اليورانيوم لنيوترون

ويتولد عن التفاعل المتسلسل طاقة حرارية ضخمة تزايد باستمرار التفاعل إذا أمكن استخدام أكبر عدد من النيوترونات الناتجة وهذا هو مبدأ عمل القنبلة الانشطارية. إذا اردنا للتفاعل المتسلسل أن يستمر



بطريقة ذاتية فإنه يلزم حجم معين من اليورانيوم - 235 يسمى «الحجم الحرج» وهو عبارة عن كمية من اليورانيوم - 235 يقوم فيها نيوترون واحد - في المتوسط - من كل تفاعل ببدء تفاعل جديد، وبهذه الطريقة يظل التفاعل مستمرًا بنفس معدله الابتدائي البطيء، وإذا كانت الكمية المستخدمة من اليورانيوم أكبر بكثير من الحجم الحرج، فإن التفاعل سيستمر بمعدل سريع يؤدي إلى حدوث انفجار (وقد يكون هذا مطلوبًا في صناعة قنبلة نووية) وإذا أردنا التحكم في التفاعل المتسلسل بحيث ينتج في النهاية طاقة ولا يحدث انفجار ففي هذه الحالة لابد من التحكم في عدد النيوترونات الناتجة من التفاعل المتسلسل ويتم ذلك في المفاعل النووي باستخدام قضبان من الكادميوم ماصة للنيوترونات، وعند وضعها داخل المفاعل فإن التفاعل النووي المتسلسل يأخذ في الإبطاء، ويمكن ضبط معدله بشكل جيد بالتحكم في وضع قضبان الكادميوم وعددها والمفاعل النووي يعتبر مصدرًا للطاقة الحرارية التي تستخدم لتوليد البخار الذي يستخدم بالتالي في توليد الطاقة الكهربائية عن طريق استخدام توربينات بخارية.



▲ شكل (١١) شكل تخطيطي لمفاعل نووي لإنتاج الطاقة (للإطلاع فقط)

مقارنة بين التفاعلات الكيميائية والتفاعلات النووية :

التفاعلات النووية	التفاعلات الكيميائية
تتم عن طريق مكونات أنوية الذرات	تتم عن طريق إلكترونات المستوى الخارجي
غالبًا ما يصاحبها تحول العنصر إلى عنصر آخر أو نظير	لا ينتج عنها تحول العنصر إلى عنصر آخر
نظائر العنصر الواحد تعطي نواتج مختلفة	لا تختلف نواتج التفاعل باختلاف نظير العنصر
الطاقة الناتجة هائلة	الطاقة الناتجة صغيرة

▲ جدول (٣) مقارنة بين التفاعلات الكيميائية والتفاعلات النووية



الاستخدامات السلمية للإشعاع

تستخدم المواد المشعة في مجالات عديدة كالطب والصناعة والزراعة والبحث العلمي ، كما أن الطاقة النووية الهائلة التي تنطلق في المفاعلات النووية تستخدم لإنتاج الطاقة الكهربائية في محطات القوى الكهربائية. وسوف نذكر فيما يلي أمثلة لاستخدامات المواد المشعة في بعض المجالات.

في مجال الطب :

تستخدم أشعة جاما التي تنبعث من نظير الكوبلت - 60 أو السيزيوم - 137 في قتل الخلايا السرطانية وذلك بتوجيه أشعة جاما إلى مركز الورم ، كذلك يستخدم الراديوم - 226 في شكل إبر تغرس في الورم السرطاني بهدف قتل خلاياه.

في مجال الصناعة :

تستخدم أشعة جاما في التحكم الآلي في بعض خطوط الإنتاج ومثال ذلك عملية التحكم الآلي في صب الصلب المنصهر، حيث يتم وضع مصدر لأشعة جاما مثل الكوبلت - 60 أو السيزيوم - 137 عند أحد جوانب آلة الصب ويوضع في الجانب الآخر كاشف اشعاعي يستقبل أشعة جاما ، وعندما تصل كتلة الصلب إلى أبعاد معينة لا يستطيع الكاشف استقبال أشعة جاما ، وهنا يتم وقف عملية الصب.

في مجال الزراعة :

يتم تعريض البذور لجرعات مختلفة من أشعة جاما بغرض حدوث طفرات بالأجنة بها وانتخاب الصالح منها لإنتاج نباتات أكثر إنتاجية وأكثر مقاومة . كما تستخدم أشعة جاما لتعقيم المنتجات النباتية والحيوانية لحفظها من التلف وإطالة فترة تخزينها ، كذلك تستخدم أشعة جاما لتعقيم ذكور الحشرات للحد من انتشار الآفات.

في مجال البحوث العلمية :

تستخدم المفاعلات النووية البحثية في تحضير العديد من النظائر المشعة التي تستخدم في بحوث علمية عديدة ، منها إمكان معرفة ما يحدث في النبات بوضع مواد مشعة في المواد الأساسية التي يستخدمها النبات ثم تتبع الإشعاعات الصادرة من هذه المواد لمعرفة دوراتها في النبات كإدخال ماء به أكسجين مشع وتتبع أثره.



الآثار الضارة للإشعاع

بصفة عامة يوجد نوعان من الإشعاع :

❖ **الإشعاع المؤين :** وهو الذى يحدث تغيرات فى تركيب الأنسجة التى تتعرض له، ويتضمن على سبيل المثال أشعة ألفا وأشعة بيتا وأشعة جاما ، وكذلك الأشعة السينية فعندما تتصادم هذه الإشعاعات مع ذرات أى مادة فإنها تؤينها ؛ لذلك تسمى بالإشعاعات المؤينة.

❖ **الإشعاع غير المؤين :** وهو لا يحدث تغيرات فى تركيب الأنسجة التى تتعرض له ، ومن أمثلة هذا الإشعاع ، إشعاعات الراديو المنبعثة من الهاتف المحمول ، والميكروويف ، والضوء والأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية وأشعة الليزر.

أولاً : أضرار الإشعاع المؤين :

عند سقوط الإشعاعات المؤينة على الخلية فإنها تؤدى إلى تأين جزيئات الماء الذى يمثل الجزء الأكبر من أى خلية حية ، وهذا يؤدى إلى إتلاف الخلية وتكسير الكروموسومات وإحداث بعض التغيرات الجينية. وعلى المدى البعيد تحدث آثار فى الخلية تؤدى إلى :

❖ موت الخلية.

❖ منع أو تأخر انقسام الخلية أو زيادة معدل انقسامها مما يؤدى إلى الأورام السرطانية.

❖ حدوث تغيرات مستديمة فى الخلية تنتقل وراثيا إلى الأجيال التالية وتكون النتيجة ظهور مواليد جديدة مختلفة عن الأبوين المنتجين.

ثانياً : أضرار الإشعاع غير المؤين :

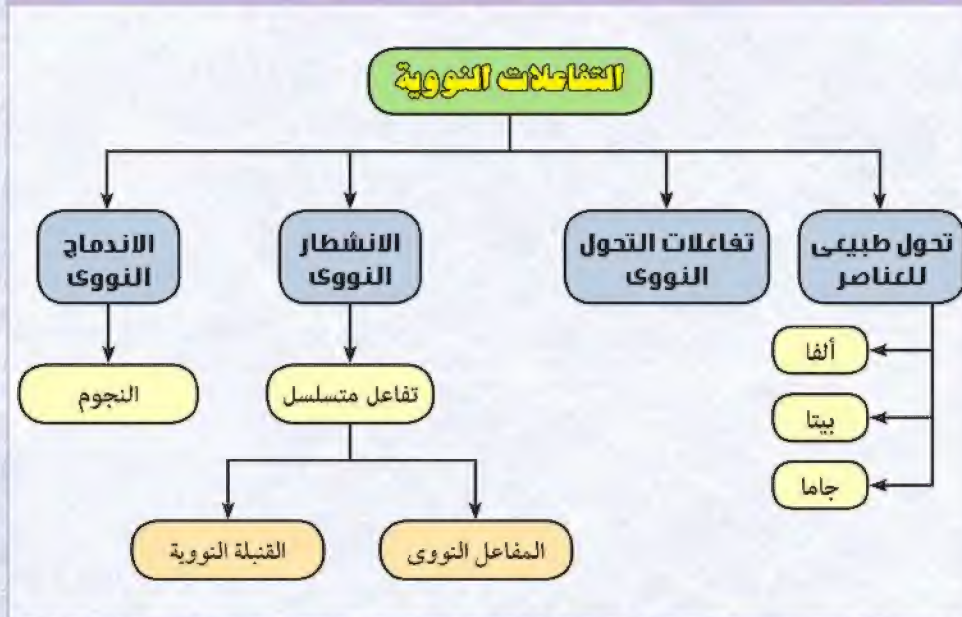
على سبيل المثال ، إن الإشعاعات الصادرة من أبراج المحمول قد تسبب تغيرات فسيولوجية فى الجهاز العصبى ، وينتج عن ذلك أن سكان المناطق القريبة من هذه الأبراج يعانون من الصداع ودوخة وأعراض إعياء وقد اتفق العلماء أنه يجب ألا تقل المسافة بين المساكن وبرج الهاتف المحمول عن 6 أمتار وهى مسافة آمنة.

أما بالنسبة للهاتف المحمول فإن خطورته تكمن فى أشعة المذياع (الراديو) المنبعثة منه ، حيث يؤثر المجال المغناطيسى والكهربى لهذه الأشعة على الخلايا علاوة على ارتفاع درجة الحرارة فى الخلايا نظراً لامتناس الخلايا للطاقة وقد أشارت بعض الأبحاث إلى أن استخدام الحاسب المحمول (اللاب توب) بوضعه على الركبتين يؤثر على الخصوبة.

المصطلحات الأساسية في الباب الخامس

- ✧ **النظائر** : ذرات العنصر نفسه تتفق في عددها الذري (z) وتختلف في عدد النيوترونات في النواة.
- ✧ **القوى النووية** : هي القوى التي تعمل على ترابط النيوكليونات داخل النواة.
- ✧ **يتركب البروتون** من ارتباط 2 كوارك علوي (u) مع 1 كوارك سفلي (d)
- ✧ **يتركب النيوترون** من ارتباط 1 كوارك علوي (u) مع 2 كوارك سفلي (d)
- ✧ **عمر النصف** : هو الزمن الذي يتناقص فيه عدد أنوية العنصر المشع إلى نصف عددها الأصلي عن طريق الإنحلال الإشعاعي.
- ✧ **الانشطار النووي** : انقسام نواة ثقيلة إلى نواتين متقاربتين في الكتلة نتيجة لتفاعل نووي.
- ✧ **الاندماج النووي** : تفاعل نووي يتم فيه دمج نواتين خفيفتين لتكوين نواة أثقل.

مخطط تصنيفي للباب الخامس





أنشطة وأسئلة الباب الخامس

الفصل الأول : نواة الذرة والجسيمات الأولية

نشاط تطبيقي : النظائر النووية



الهدف من النشاط

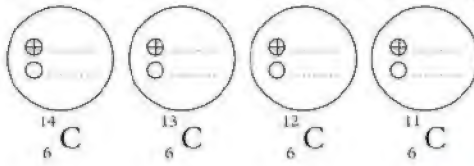
- ✓ يتعرف المقصود بالنظائر النووية.
- ✓ يقارن بين نظائر أنوية ذرات نفس العنصر.

المهارات المبرجو (القياسية)

- ✓ المقارنة - الاستنتاج

خطوات إجراء النشاط :

- ✱ المعطيات : الكربون له أربع نظائر هي : ${}^{14}_6\text{C}$ ، ${}^{13}_6\text{C}$ ، ${}^{12}_6\text{C}$ ، ${}^{11}_6\text{C}$
- ✱ المطلوب : إذا مثلنا البروتون بالشكل \oplus ، والنيوترون بالشكل \bigcirc وضح عدد البروتونات وعدد النيوترونات في نواة كل نظير .



تحليل النتائج :

- ✱ ما أكثر نظائر الكربون انتشاراً في الطبيعة ؟
- ✱ أى من هذه الأنوية أكثر استقراراً ؟
- ✱ هل ذرات النظائر لها نفس الخواص الكيميائية ؟ فسر إجابتك .

✱ أكمل الجدول التالي :

رمز النواة	رقم الكتلة	الرقم الذرى	عدد النيوترونات	عدد النيوكليونات
${}^{11}_6\text{C}$				
${}^{12}_6\text{C}$				
${}^{13}_6\text{C}$				
${}^{14}_6\text{C}$				

الاستنتاج :

✱ النظائر هي





نشاط تطبيقي : دراسة ثبات الأنوية



خطوات إجراء النشاط :

✳ المعطيات : الشكل البياني التالي يوضح العلاقة بين عدد النيوترونات وعدد البروتونات لأنوية ذرات العناصر المستقرة الموجودة في الجدول الدوري.

✳ ادرس هذا الشكل ثم أجب عن الأسئلة التالية :

أ. ماذا يمثل الخط المنقط في الرسم ؟

ب. A ، B ، C تمثل موضع ثلاثة أنوية لذرات عناصر خارج منطقة الاستقرار ، أي من هذه الأنوية يكتسب استقراراً بأنبعث دقيقة β ؟ فسر إجابتك .

ج. الجدول التالي يتضمن بعض أنوية تتصف بالثبات. أكمل بيانات الجدول :

النواة	عدد النيوترونات	عدد البروتونات	النسبة (N/Z)
$^{208}_{82}\text{Pb}$
$^{56}_{26}\text{Fe}$
$^{40}_{20}\text{Ca}$
$^{23}_{11}\text{Na}$

✳ كيف تربط بين نسبة (N/Z) لهذه الأنوية والثبات النووي ؟



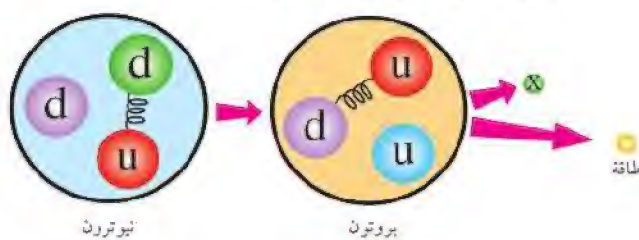


نشاط تطبيقي : الكواركات

الجدول التالي يوضح قيمة رقم الشحنة Q للكواركات s, d, u نسبة إلى شحنة الإلكترون.

الكوارك	Q
u	$+\frac{2}{3}e$
d	$-\frac{1}{3}e$
s	$-\frac{1}{3}e$

ادرس الشكل التالي ثم اجب عن الأسئلة :



أ. احسب الشحنة الكهربائية لكل من : البروتون - النيوترون.

ب. اكتب معادلة تحول النيوترون إلى بروتون.

ج. ما هي شحنة الجسيم (X) ؟

الهدف من النشاط

حساب الشحنة الكهربائية لبعض الجسيمات النووية.

المهارات المرجو اكتسابها

استدكار مصطلحات - مقارنة البيانات - استنتاج نتائج.





أسئلة تقويمية

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة :

١ إذا كانت طاقة الترابط النووي لنواة الهيليوم (${}^4_2\text{He}$) تساوي 28 MeV فإن طاقة الربط النووي لكل

نيوكليون في نواة الهيليوم بالمليون إلكترون فولت تساوي

أ. 7 ب. 14

ج. 56 د. 112

٢ إذا كان الفرق بين مجموع كتل مكونات النواة لذرة الحديد (${}^{56}_{26}\text{Fe}$) وكتلة النواة وهي متماسكة هو

0.5 u فإن طاقة الترابط النووي لنواة ذرة الحديد تكون

أ. 0.8×10^{-19} MeV ب. 0.5 Joule

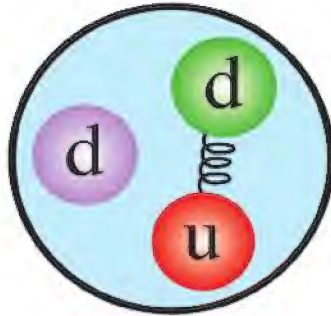
ج. 0.5 MeV د. 465.5 MeV

٣ عندما يتحول البروتون إلى نيوترون ينطلق

أ. β^- ب. β^+

ج. α د. δ

٤ الرسم التالي يمثل تركيب



أ. بروتون ب. نيوترون

ج. إلكترون د. ميزون





ثانيًا : حل المسائل التالية :

استخدم العلاقات التالية عند الحاجة إليها:

$$\text{كتلة البروتون} = 1.007825 \text{ u} - \text{كتلة النيوترون} = 1.008665 \text{ u} - \text{سرعة الضوء} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$1 \text{ u} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

١) استخدم معادلة اينشتين لحساب الكتلة بالكيلوجرام التي تتحول إلى طاقة مقدارها 190 MeV.

٢) احسب الطاقة ، مقدرة بوحدات MeV الناتجة عن تحول 5 g من مادة إلى طاقة.

٣) احسب طاقة الترابط للنواة ${}^4_2\text{He}$ مقدرة بوحدات MeV، ثم احسب طاقة الترابط لكل نيوكليون في هذه النواة، إذا علمت أن ${}^4_2\text{He} = 4.001506 \text{ u}$.

٤) احسب طاقة الترابط للنواة ${}^{16}_8\text{O}$ ، مقدرة بوحدات MeV، ثم احسب طاقة الترابط لكل نيوكليون في هذه النواة ، إذا علمت أن ${}^{16}_8\text{O} = 15.994915 \text{ u}$.

٥) أيهما أكثر استقراراً النواة ${}^{16}_8\text{O}$ أم النواة ${}^{17}_8\text{O}$ ، إذا علمت أن :

$${}^{16}_8\text{O} = 15.994915 \text{ u}, {}^{17}_8\text{O} = 16.999132 \text{ u}$$

ثالثًا : ابحث وتعلم :

استخدم شبكة الإنترنت في عمل بحث للتعرف على مصدر اسم "كوارك" **Quark** . ومن هو مكتشف هذه الجسيمات الأولية . وما أنواع الكواركات . اكتب تقريرًا واعرض على زملائك باستخدام الكمبيوتر وبرنامج **Power point**.





الفصل الثاني : النشاط الاشعاعي والتفاعلات النووية

نشاط تطبيقي : عمر النصف لمادة مشعة



خطوات إجراء النشاط :

- المعطيات : في تجربة لقياس عمر النصف لمادة مشعة (الرادون $^{220}_{86}\text{Rn}$) كانت العلاقة بين عدد الأنوية المتبقية n بالمليون والزمن t بالثانية كما في الجدول التالي :

t	0	10	20	30	40	50	55	60	65	70
n	30	26	23	21	18	16	15	14	13	12

- المطلوب : ارسم علاقة بيانية بين عدد الأنوية المتبقية (على المحور الرأسى) والزمن (على المحور الأفقى) في ورقة الرسم البياني

تحليل النتائج والاستنتاج :

- احسب عمر النصف لعنصر الرادون المشع .

- ماذا يقصد بمقدار عمر النصف الذى حصلت عليه ؟

- في إحدى مراحل انحلال $^{220}_{86}\text{Rn}$ بانبعث دقيقة ألفا :

أ. ما طبيعة دقائق ألفا ؟

- ب. عندما تنبعث دقيقة ألفا من نواة الرادون - 220 المشع تتحول إلى نظير البولونيوم Po . اكتب المعادلة التي تمثل هذا التحول.

الهدف من النشاط



- استخدام العلاقة البيانية بين الزمن وعدد الأنوية المتبقية في حساب فترة عمر النصف.

المهارات المرجو اكتسابها



- شرح مفاهيم - عرّف البيانات في رسم بياني - استخلاص النتائج.

المواد والأدوات المستخدمة



- ورقة رسم بياني.





أسئلة تقييمية

أولاً : اختر الإجابة الصحيحة :

- ١) إحدى الصفات التالية تنطبق على أشعة جاما
 أ. لها شحنة موجبة
 ب. لها شحنة سالبة
 ج. عبارة عن إلكترونات
 د. عبارة عن أمواج كهرومغناطيسية
- ٢) إذا علمت أن ${}^B_A X$ تمثل نواة عنصر باعثة لدقائق ألفا فإن إشعاع نواة هذا العنصر لدقيقة ألفا تمثله المعادلة التالية
 أ. ${}^B_A X \longrightarrow {}^{B+4}_{A+2} X + {}^4_2 \text{He}$
 ب. ${}^B_A X \longrightarrow {}^{B-4}_{A-2} X + {}^4_2 \text{He}$
 ج. ${}^B_A X \longrightarrow {}^{A-2}_{B-2} X + {}^4_2 \text{He}$
 د. ${}^B_A X \longrightarrow {}^{B-2}_{A-4} X + {}^4_2 \text{He}$
- ٣) في المعادلة ${}^4_2 \text{He} + {}^9_4 \text{Be} \longrightarrow {}^{12}_6 \text{C} + X$ تكون (X) عبارة عن
 أ. إلكترون
 ب. بروتون
 ج. نيوترون
 د. أشعة جاما
- ٤) ينحل الثوريوم ${}^{228}_{90} \text{Th}$ متحولاً إلى ${}^{216}_{84} \text{Po}$ نتيجة انطلاق عدد من جسيمات ألفا تساوى
 أ. 2
 ب. 3
 ج. 4
 د. 5
- ٥) نواة ذرة عنصر مشع فقدت (5) جسيمات ألفا على التوالي فتحولت نواته إلى نواة العنصر ${}^{206}_{80} X$ نواة ذرة العنصر الأصلي X هي
 أ. ${}^{216}_{90} X$
 ب. ${}^{216}_{82} X$
 ج. ${}^{226}_{86} X$
 د. ${}^{226}_{94} X$





- ٦) واحدة مما يلي لا تنطبق على أشعة ألفا
- أ. عبارة عن أنوية هيليوم
ب. أكثر قدرة على تأين الهواء
ج. أكثر قدرة على النفاذ في الهواء
د. تتأثر بالمجال المغناطيسي
- ٧) بعد مرور 12 دقيقة على عينة نقية من عنصر مشع ينحل 75 % من أنوية ذرات هذا العنصر. عمر النصف للعنصر يساوي
- أ. 3 دقائق
ب. 4 دقائق
ج. 6 دقائق
د. 9 دقائق

ثانيًا : أسئلة المقال :

- ١) قارن بين أشعة ألفا وبيتا من حيث :
- أ. شحنة كل منهما
ب. قدرة كل منهما على النفاذ في الهواء
ج. قدرة كل منهما على تأين الهواء
- ٢) ينحل الراديوم $^{220}_{88}\text{Ra}$ معطياً دقيقة ألفا. وضح ذلك بمعادلة نووية مناسبة.
- ٣) اشرح المراحل الأربعة لحدوث التلف الإشعاعي للخلية.
- ٤) اشرح الآثار الضارة للإشعاعات الصادرة من جهاز الموبايل ومن جهاز اللاب توب.
- ٥) اذكر الفرق بين كل مما يأتي :
- أ. التفاعل النووي والتفاعل الكيميائي.
ب. الانشطار النووي والاندماج النووي.
ج. الإشعاع المؤين والإشعاع غير المؤين.





أسئلة مراجعة الباب الخامس

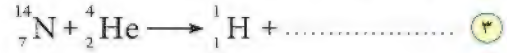
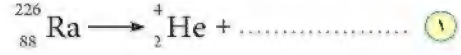
أولاً : اختر الإجابة الصحيحة :

- ١) النيوكليونات اسم يطلق على
 أ. البروتونات ودقائق ألفا ب. دقائق ألفا ودقائق بيتا
 ج. دقائق بيتا والنيوترونات د. النيوترونات والبروتونات
- ٢) أى من الصفات التالية لا تنطبق على مفهوم نظائر العنصر الواحد
 أ. تتفق فى الخواص الكيميائية ب. تتفق فى العدد الذرى
 ج. تتفق فى عدد النيوترونات د. تتفق فى عدد البروتونات
- ٣) عينة من عنصر مشع عدد ذراتها (4.8×10^{12} ذرة) وفترة عمر النصف لهذا العنصر سنتان ، فإن عدد أنوية ذرات هذا العنصر التى انحلت بعد 8 سنوات تساوى
 أ. 2.4×10^{12} ب. 4.2×10^{12}
 ج. 3.6×10^{12} د. 4.5×10^{12}
- ٤) رقم الشحنة (Q) لكوارك من النوع (u) يساوى
 أ. 0 ب. $+\frac{1}{3}$
 ج. $+\frac{2}{3}$ د. -1
- ٥) أى الجسيمات التالية نرسم له بالرمز ${}^4_2\text{He}$
 أ. جسيم بيتا ب. جسيم ألفا
 ج. نيوترون د. بروتون





ثانيًا : أكمل المعادلات النووية التالية :



ثالثًا : علل لما يأتي :

- (١) الكتلة الفعلية لنواة أى ذرة أقل من مجموع كتل مكوناتها.
- (٢) لا يتغير العدد الذرى أو عدد الكتلة للنواة المشعة عند انبعاث أشعة جاما منه.
- (٣) يصعب تحقيق التفاعل النووى الاندماجى فى المختبرات.

رابعًا : حل المسائل التالية :

- (١) اوجد طاقة الترابط لنواة الكربون $^{12}_6\text{C}$ مقدرة بكل من:
 - أ. وحدة الكتلة الذرية (u)
 - ب. المليون إلكترون فولت (MeV)
- (٢) تسمى نواة ذرة الديوتيريوم بالديوترون، الذى يتكون من نيوترون وبروتون، فإذا علمت أن كتلة الديوترون 2.014102 u وكتلة البروتون 1.007825 u وكتلة النيوترون 1.008665 u ، احسب طاقة ترابط الديوترون بوحدة MeV.
- (٣) احسب كمية الطاقة مقدرة بالجول الناتجة عن تحول 3 g من مادة إلى طاقة.
- (٤) احسب مقدار الطاقة الناتجة عن تحول $1.66 \times 10^{-24} \text{ g}$ مقدرة بوحدة:
 - أ. الجول (J).
 - ب. مليون إلكترون فولت MeV.



علامات الأمان



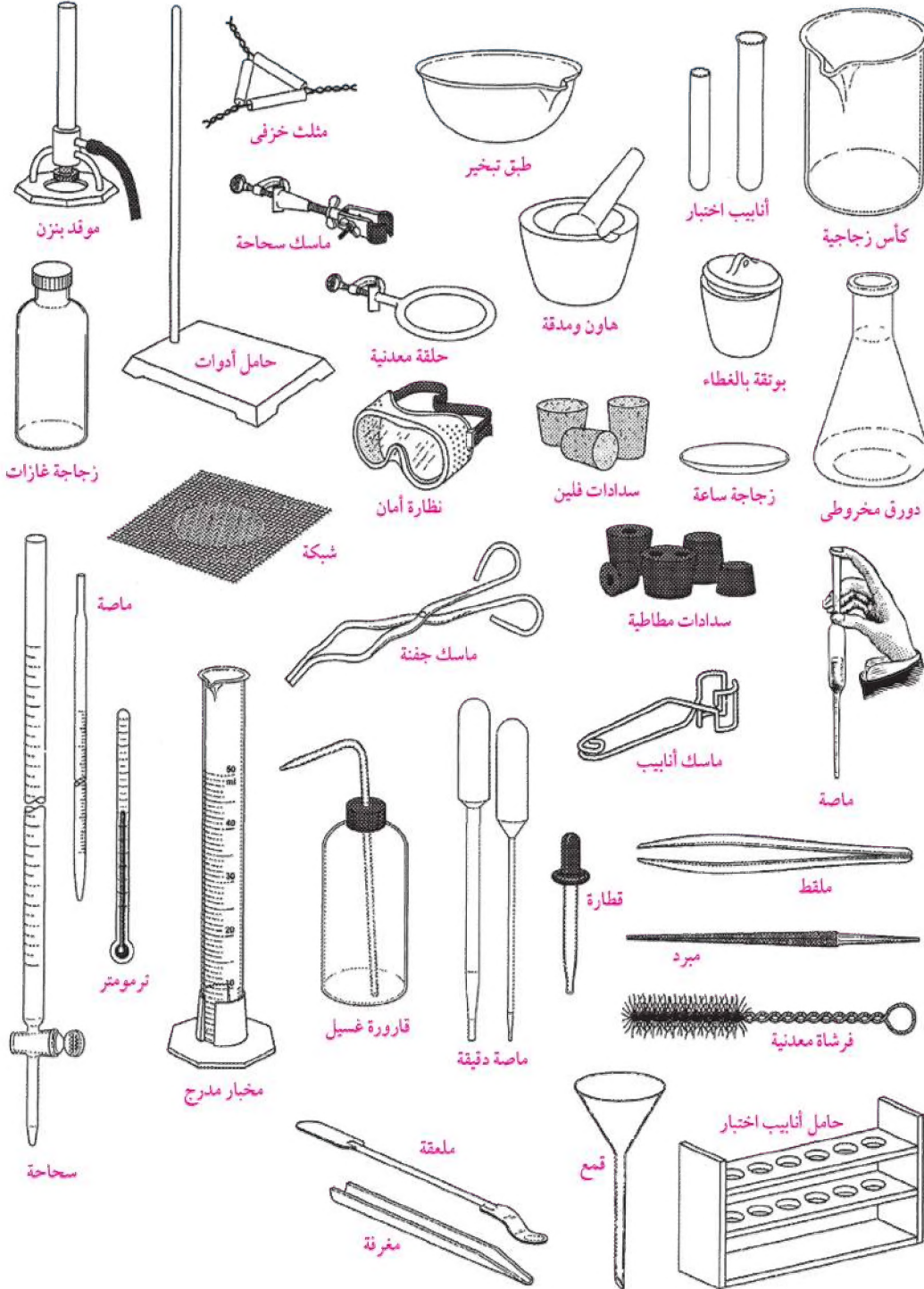
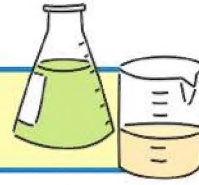
اتبع الاحتياطات اللازمة عند استخدامك جهازًا أو مادة كيميائية عليها علامات الأمان التالية :

-  خطر على العين (استخدم النظارات الواقية).
-  معطف مختبر (ارتد معطف المختبر).
-  مادة تآكلية خطيرة (استخدم النظارات الواقية ومعطف المختبر ، ولا تلمس المواد الكيميائية).
-  خطر الحريق (للغيتات : اربطى شعرك إلى الخلف، وارتدى معطف المختبر لضم الملابس الواسعة إلى داخله ، وعدم تعريضها للحريق).
-  خطر التسمم (لا تمضغ اللبان ، أو تشرب ، أو تأكل في المختبر ، ولا تقرب يديك إلى وجهك).
-  خطر الكهرباء (توخَّ الحذر عند استخدامك جهازًا كهربائيًا).
-  خطر الاستنشاق (تجنب استنشاق المواد الكيميائية).
-  خطر الحريق الحراري (لا تلمس الأجهزة الساخنة).
-  خطر التكسير الزجاجي (لا تستخدم أى أجهزة زجاجية مشروخة أو مكسورة ، ولا تسخن قاع أنبوب الاختبار).
-  خطر المهملات (تخلص من المواد الكيميائية باتباع التعليمات الخاصة بها).
-  مادة كيميائية تآكلية حارقة.
-  مادة كيميائية تآكلية تسبب الحساسية المفرطة.
-  مادة قابلة للاشتعال.
-  مادة سامة.

ملخص للمخططات التي يجب اتباعها عند حدوث بعض الإصابات المخبرية :

الإصابة	كيفية التعامل معها
حروق الأحماض	وضع الأجزاء المصابة تحت الماء البارد لفترة متواصلة ثم استخدام كمادات بملح البيكربونات.
الإغماء	وضع الشخص في مكان متجدد الهواء ، ووضع رأسه في وضعية مائلة بحيث يكون في مستوى أدنى من باقى جسمه.
الحريق	غلق جميع صنادير الغاز ، نزع التوصيلات الكهربائية ، استخدام بطانية مضادة للحريق ، استخدام المطافئ لمحاصرة الحريق.
إصابة العين	غسل العين مباشرة بالماء ومراعاة عدم فرك العين إذا وجد فيها جسم غريب حتى لا تحدث جروحاً في القرنية.
الجروح القطعية البسيطة	ترك بعض الدم يسيل ، وغسل الجرح بالماء والصابون.
التسمم	إبلاغ المعلم ، وإعلامه بأن المادة المستخدمة هي المسؤولة عن التسمم.

أدوات معملية



بعض القواعد العامة التي يجب اتباعها عند استخدام أدوات المعمل :

الميزان الحساس Balance

- ☆ ضع على كفة الميزان المواد الجافة فقط ، أما المواد السائلة يجب أن توزن بطريقة الفرق.
- ☆ أغلق أبواب الميزان أثناء عملية الوزن لأن هذا يمنع الخطأ الناتج عن تيارات الهواء.
- ☆ ضع المادة المراد وزنها في وسط كفة الميزان.
- ☆ نظف كفة الميزان باستخدام الفرشاة الخاصة بذلك.

أنابيب الاختبار Test Tubes

- ☆ عدم جعل فوهتها باتجاه الوجه وكذلك عدم مسكها باليد عند التسخين بل باستخدام الماسك.
- ☆ عند التسخين يجب تسخينها من القاع وليس الجانب ، وبلهب هادئ مع التحريك المستمر لتجنب كسرها بالحرارة الشديدة.

المخبار المدرج Graduated Cylinder

- ☆ عند صب السائل في المخبار المدرج يجب أن نتظر حتى يستقر سطحه .
- ☆ نضع العين في المستوى الأفقى لسطح السائل ثم نقرأ القيمة التي توافق الجزء المستوى من السطح الهلالى للسائل.
- ☆ نكتب العدد متبوعاً بوحدة القياس المكتوبة على الإناء.

الماصة Pipette

- ☆ عدم تسخين الماصة بمسكها بيدك لفترة طويلة ، أو تقريبها من مصدر حرارى.
- ☆ إعطاء الوقت الكافى للسائل للخروج من الماصة.
- ☆ تجنب هز الماصة أو النفخ فيها لإجبار السائل على الخروج.
- ☆ تجنب فقدان جزء من السائل أثناء نقله بالماصة.

السحاحة Burette

- ☆ تثبت السحاحة فى حامل ذو قاعدة معدنية حتى يتم الحفاظ على الشكل العمودى لها خلال التجارب.
- ☆ تملأ السحاحة بالسائل بعد غلق الصنبور جيداً إلى أعلى صفر التدرج الموجود قرب الطرف العلوى لها ثم يفتح الصنبور لتفريغ الهواء الموجود أسفله حتى يصل السائل عند صفر التدرج ثم نغلق الصنبور.
- ☆ عند قراءة التدرجات فى السحاحة يجب أن تكون العين فى مستوى سطح السائل ، والقراءة الصحيحة تتم بأن يكون أسفل تقعر السائل ملاصقاً أعلى خط التدرج الذى نريد قياسه.

مقاس الكتاب	$\frac{1}{8} \times 57 \times 82$ سم
عدد الصفحات بالغلاف	١٨٠ صفحة
طبع المتن	٤ لون
طبع الغلاف	٤ لون
ورق المتن	٧٠ جم أبيض
ورق الغلاف	١٨٠ جم كوشيه
التجليد	جانبي
رقم الكتاب	

<http://elearning.moe.gov.eg>